

Vol. XIII

30. 7. 1959

No 3

SEP 3 '59

HYDROBIOLOGIA

ACTA HYDROBIOLOGICA HYDROGRAPHICA ET
PROTISTOLOGICA

EDITORES:

Gunnar Alm Drottningholm	U. d'Ancona Padova	Kaj Berg København	E. Fauré-Fremiet Paris
Fr. Gessner München	H. Järnefelt Helsinki	C. H. Mortimer Millport	
G. Marlier Congo-belge	P. van Oye Gent	W. H. Pearsall London	W. R. Taylor Ann Arbor
K. Ström Oslo	M. Uéno Kyoto	N. Wibaut-Isebree Amsterdam	Moens

Secretary: Prof. Dr. P. van Oye
St. Lievenslaan 30 Gent Belgium



UITGEVERIJ Dr W. JUNK — DEN HAAG — 1959

HYDROBIOLOGIA publishes original articles in the field of Hydrobiology, Hydrography and Protistology. It will include investigations in the field of marine and freshwater Zoo- and Phytobiology, embracing also research on the Systematics and Taxonomy of the groups covered. Preliminary notices, polemics, and articles published elsewhere will not be accepted. The journal, however, contains reviews of recent books and papers.

Eight numbers of the journal are published every year. Each number averages about 100 pages. Contributions must be clearly and concisely composed. They must be submitted in grammatically correct English, French, German, Italian or Spanish. Long historical introductions are not accepted. Protocols should be limited. Names of animals and plants must be given according to the laws of binominal nomenclature adopted at the recent International Congresses of Zoology and of Botany, including the author's name; it is desirable that the latter should be given in full. Measures and weights should be given in the decimal system. Every paper has to be accompanied by a short summary, and by a second one, written in an alternative language.

Manuscripts should be typewritten in double spacing on one side of the paper. The original should be sent. Original drawings should be submitted. Text figures will be reproduced by line engraving and hence should not include any shading, although figures which cannot be reproduced in this manner will be accepted if necessary. All drawings should be made on separate sheets of white paper, the reduction desired should be clearly indicated on the margin. The approximate position of text-figures should be indicated on the manuscript. A condensed title, should be cited as follows: in the text — AHLSTROM (1934); in the references - AHLSTROM, E. H., 1934. Rotatoria of Florida; *Trans. Amer. Micr. Soc.* 53: 252—266. In the case of a book in the text - HARVEY (1945); in the references - HARVEY, H. W.: Recent Advances in the Chemistry and Biology of Sea Water, Cambridge Univ. Pr., London 1945. Author's names are to be marked for printing in small capitals, latin names of animals and plants should be underlined to be printed in italics.

The various types of printing should be indicated by underlining the words in the following way:

- ===== CAPITALS, e.g. for headlines; preferably *not* in the text.
- or straight blue line: SMALL CAPITALS, e.g. *all* names of persons, both in the text and in the references.
- **heavy type**, e.g. for sub-titles; preferably *not* in the text.
- or straight red line: *italics*, e.g. *all* Latin names of plants and animals, except those in lists and tables.
- — — — — spaced type.

Manuscripts may be sent to any member of the board of editors or directly to the secretary, Prof. Dr. P. van Oye, 30, St. Lievenslaan, Ghent, Belgium, to whom proofs must be returned after being clearly corrected. Fifty free reprints of the paper with covers will be furnished by the publishers. Orders for additional copies should be noted on the form which is enclosed with the galleyproofs.

Books and reprints are to be sent to the secretary directly.

The Distribution and Systematic Position of the Thermosbaenacea

by

D. BARKER

Department of Zoology, University of Hong Kong

INTRODUCTION

The order Thermosbaenacea was established by MONOD (1927a) to include the malacostracan *Thermosbaena mirabilis* MONOD, discovered by SEURAT in a hot-spring at the oasis of El Hamma, near Gabès, Tunisia, in 1923. This animal had been found living in spring water with a maximum temperature of 48°C.; the only other multicellular organisms which have been found living in water hotter than this are chironomid larvae, recorded at 49°C. in springs at Yellowstone Park, America (BRUES, 1927); *Cypris*, recorded from hot-springs at 50°C., and rotifers recorded from waters at 65°C. (WARD & WHIPPLE, 1945). MONOD (1924 b) concluded that *Thermosbaena* was a peracaridan intermediate between an isopod or tanaidacean and a mysid, and although the apparent absence of genital organs did not rule out the possibility that it was a larval form, this point was settled when OMER-COOPER and HILL visited El Hamma in 1925 and caught twenty specimens, some obviously males with a pair of penes on the last thoracic segment (OMER-COOPER, 1928).

Further collections of *Thermosbaena* from the El Hamma springs were made by ABSOLON in 1927, by BRUUN in 1938, and by myself in 1950. In his monograph of 1940, MONOD summarized all the findings there were at that time about the animal, and recently SIEWING (1958) has fully described its anatomy and histology working on the specimens collected by BRUUN in 1938.

Within the past ten years three further additions have been made to the order Thermosbaenacea. In 1948 RUFFO (1949 a, b) discovered *Monodella stygicola* in a slightly brackish cave communicating with the Adriatic in the heel of Italy. Two further species of *Monodella*

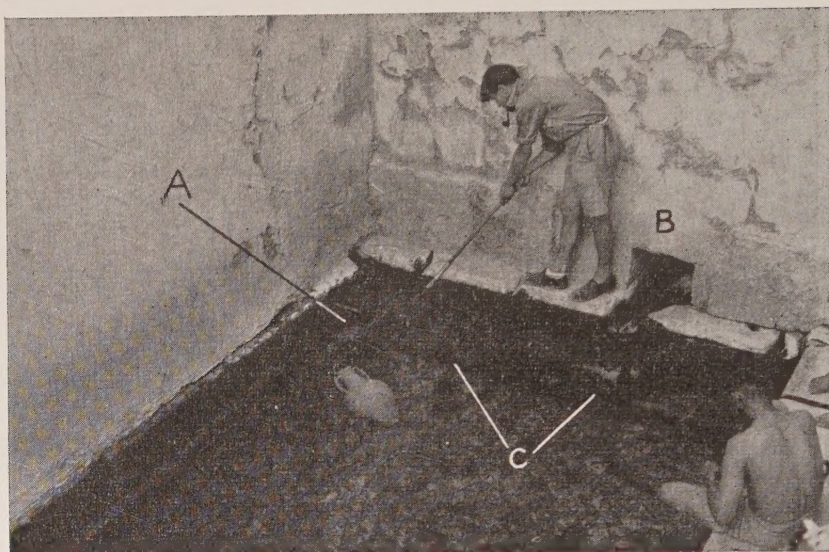


Fig. 1.

A corner of the Moslem bath at Ain el Bordj. *A*: the dip-net points to one of the places where specimens of *Thermosbaena* were collected. *B*: channel through which water flows in from source and public water supply. *C*: Roman blocks of stone enclosing the pool; their black colour underwater is due to the growth of blue-green algae upon them.

were found soon after, STELLA (1951 *a, b*) collecting *M. argentarii* in a freshwater cave on the west Italian coast in Tuscany, and KARAMAN (1953) collecting *M. halophila* in both littoral ground-water and a slightly brackish cave at Dubrovnik, Yugoslavia. No further species of *Thermosbaena* have been discovered, and so far this animal has only been found in three hot-springs at El Hamma.

In the present paper an account is given of a collection of specimens of *Thermosbaena* from El Hamma in 1950, and the distribution and systematic position of the Thermosbaenacea are discussed. My findings regarding the morphology and reproduction of *Thermosbaena* are in preparation; a brief note has already appeared (BARKER, 1956).

COLLECTION OF THERMOSBAENA

I visited El Hamma in September 1950 (1st-25th), and with the assistance of Dr. S. M. MCGEE-RUSSELL collected 714 specimens of *Thermosbaena*. There are six hot-springs in the oasis: Ain Baama (30°C.), Ain Douiret (45°C.), Ain el Bordj (46°C.), Ain Ourita



Fig. 2.

A corner of the men's bath at Ain Sidi Abd el Kadar (flash-light photograph). BARKER points to a deep recess in the Roman wall enclosing the pool where specimens of *Thermosbaena* were collected, while RUSSELL examines black sludge from the recess searching for specimens. Note absence of algal growth on stones underwater as compared with those in fig. 1.

(39.5°C.), Ain Seba (45°C.), and Ain Sidi Abd el Kadar (45°C.). SEURAT, OMER-COOPER, and ABSOLON obtained their specimens from Ain el Bordj and apparently did not investigate the other springs. BRUUN made the bulk of his collection at Ain Baama, but obtained two specimens from Ain el Bordj and tried Ain Seba without success. We investigated all six springs but found *Thermosbaena* present only at Ain el Bordj (518 specimens) and Ain Sidi Abd el Kadar (196 specimens). Altogether 23 visits were made to the springs, of which 9 were made to Ain el Bordj and 7 to Ain Sidi Abd el Kadar.

It is necessary to describe the nature of the springs in some detail. The main spring is Ain el Bordj which consists of three open pools originally constructed by the Romans. The spring first flows into a pool, used as the public water supply, where *Thermosbaena* was first collected by SEURAT. From here the water flows into a pool reserved for Moslem bathers (fig. 1), and another pool for mixed bathing used chiefly by Europeans visiting the oasis in order to benefit from the therapeutic properties of the water. The next largest spring is Ain Sidi Abd el Kadar, reserved entirely for Moslem bathers and consisting of two deep pools roofed over and enclosed, one for men, the other for women. Ain Baama and Ain Douiret are

close together and share a common construction. The source of Ain Douiret flows into a small enclosed room and thence out into an open pool, El Chria. We found the source of Ain Baama blocked up; evidently the construction surrounding both springs had greatly altered since BRUN's visit in 1938. Local information indicated that it suffered damage during the North African fighting in the Second World War. Much of the stone was new and obviously rebuilt; El Chria had been reduced in size and Ain Baama was now merely a backwater leading off from this pool. At the time of our visit, the channel connecting them was dry and the water in Ain Baama was a stagnant breeding ground for mosquitoes, its temperature (30° C.) being 12° C. less than El Chria and 15° C. less than Ain Douiret's source. The source at Ain Ourita flows directly into a large pipe irrigating one of the date palmaries, whilst Ain Seba flows into a small open pool surrounded by ruined Roman walls, and from thence carries on as a stream feeding another irrigation system. Ain Seba provides laundry facilities for the inhabitants of the oasis and the conditions both here and at Ain Ourita are unsuitable for collecting *Thermosbaena*.

El Hamma was known to the Romans as *Aqua e Tacapita nae*, i.e. the springs of Tacape (Gabès); in the course of time, several of the large blocks of stone used by them in constructing the pools have become dislodged, and the stones lie on the floor of the pools leaving behind deep recesses in the walls (see fig. 2). A thick black sludge is present in these recesses and also underneath the stones and other objects in the pool itself. The most productive hauls of *Thermosbaena* were made by plunging a dip-net into the back of such a recess and scooping out the sludge. The stones of the open baths are covered with a rich growth of blue-green algae, and scrapings of this occasionally yielded specimens, particularly if taken, for example, from the underside of a stone jutting out from the wall out of line with the others. These locations are what one might expect of a subterranean animal which lacks pigment and shuns the light.

The ultimate collection of *Thermosbaena* entailed a minute examination of the hauls of black sludge. Observations were made of the living specimens which were finally segregated according to sex and fixed in Bouin's fluid. The dates of our visits to the El Hamma springs and the number and nature of the specimens collected are shown in table I. On our last day at the oasis (Sept. 24th) four visits were made to the Moslem bath at Ain el Bordj. The total number of specimens collected (404) exceeded our entire collection (311) up to that point. Lack of time prevented sexing the specimens according to normal routine, but 37 females with brood-pouches were readily recognized

and segregated, and 2 mature non-breeding females were also detected and set aside. Of the remaining 364 unsexed specimens, unfortunately 263 were lost in transit on the return journey so that only 101 specimens were available for subsequent examination. In the final analysis it was possible to sex 381 specimens of the total of 714 collected as follows: 164 males, 123 females (73 non-breeding; 50 with brood-pouches), and 94 juveniles. The balance of 333

TABLE 1

NUMBER AND NATURE OF *THERMOSBAENA* SPECIMENS
COLLECTED AT EL HAMMA, SEPT. 1950

(♀♀+ denotes females carrying embryos in brood-pouch)

name of spring	date in Sept. 1950	specimens collected					remarks
		♂♂	♀♀	♀♀+	juv.		
Ain Baama	2	—	—	—	—		two visits
	13	—	—	—	—		
Ain Douiret	2	—	—	—	—		
	13						
Ain Ourita	2	—	—	—	—		
Ain Seba	3	—	—	—	—		
Ain el Bordj							
(i) public water supply	3	—	—	—	—		
	5	—	—	—	—		
(ii) mixed bath	2	—	—	—	—		
(iii) Moslem bath	5	1	—	—	—		
	23	20	8	9	17		60 further specimens of uncertain sex were lost in transit.
	24	31	35	37	37		four visits. 263 further unsexed specimens were lost in transit.
Ain Sidi Abd el Kadar							
(i) men's bath	4	11	4	1	3		
	11	29	6	—	12		
	13	27	2	3	3		10 further specimens of uncertain sex were lost in transit.
	15	12	5	—	4		
	17	17	3	—	6		
(ii) women's bath	7	12	10	—	9		
	14	4	—	—	3		
Totals		164	73	50	94		plus 70 ?sex and 263 unsexed lost.

$$381 + 333 = 714$$

specimens consisted of 70 classified at El Hamma as being of uncertain sex, plus 263 unsexed, and these were lost.

The water from the El Hamma springs contains high quantities of sodium, calcium, chlorides, and sulphates; one litre yields a dry residue of 3.405 g (see SOLIGNAC, 1927, for analysis), as against approximately 0.05 to 0.45 g for river-water and 35.0 g for oceanic sea-water. If *Thermosbaena* is transferred to rain-water at a suitable temperature it soon dies, suggesting that the animal may be stenohaline. Experiments showed that specimens could survive temperatures fluctuating between 37° and 47° C. but became moribund around 35° and died around 30° C. An attempt to transport a colony of *Thermosbaena* back to England for study failed. A thermos jar was used which lost approximately 1° C. per hour and it was necessary to maintain the optimum temperature by reheating the water at frequent intervals. The last surviving specimen died twenty-four hours from England, seven days after the colony had been started at El Hamma. With quicker transport and facilities for carrying considerable fresh supplies of El Hamma water, others may well succeed where we failed.

Observations of the locomotion of *Thermosbaena* showed that for the most part it progresses rapidly over the surface of the sludge and detritus, momentarily halting now and again, and sometimes, with a rapid ventral flexion of abdomen and telson ("tail flick"), executing a small jump. A tail flick is the invariable response to prodding, and this flick is used at repeated intervals to assist the animal when swimming freely in the water. When moving around on the surface of the sludge the animal will occasionally describe a series of circles, or will make a spiral ascent to the surface and then swim upside down with its legs keeping in contact with the surface film. In view of these observations MONOD's name *Thermosbaena mirabilis*, literally "the wonderful warm walker", given partly because "il ne nage pas mais marche" (MONOD, 1924 b), is not altogether apt; MONOD was relying on the observation of SEURAT who had seen the animals crawling on the walls of the baths but never swimming freely in the baths themselves. The related form *Monodella halophila* also swims well (KARAMAN, 1953), and so does *M. stygicola* (RUFFO, 1949 b).

DISTRIBUTION

Distribution of *Thermosbaena* in Southern Tunisia.

According to SOLIGNAC (1927), the spring water at El Hamma emanates from the same subterranean system that supplies wells and

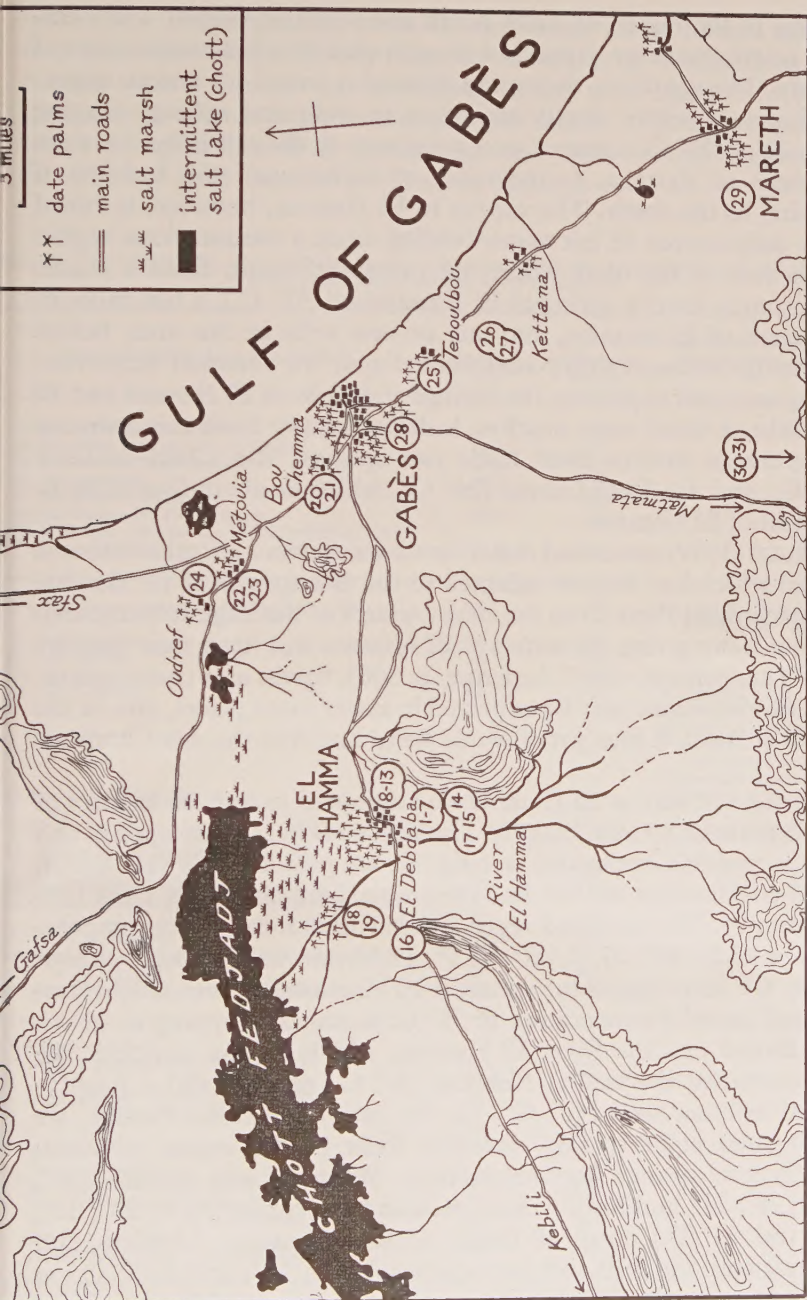


Fig. 3 Area around El Hamma and Gabès, southern Tunisia. Circled numbers correspond to locations sampled for *Thermosbaena* as numerically listed in Table II, p. 217. (Map based on those of the French Service Géographique de l'Armée, tirage de février 1940).

springs in the region of Arad, north and south of Gabès. The common origin, however, is masked in each case by additional sources of supply. The supply to the region of Arad is joined by various superficial waters before finally emerging in wells and springs ranging from 20° to 37° C. scattered over a distance of about 4 miles between the oasis of Kettana, to the south of Gabès, and the harbour of Sekhira, to the north. The supply to El Hamma, however, is joined by a deep source of hot water coming from a mountainous region south-west of the oasis where hot caves and steam fissures occur. This source feeds a spring at El Hamimime (51° C.), a few miles to the south of El Hamma, and one or two wells in this area, before becoming confluent with cooler waters from the common subterranean system and supplying the springs and wells at El Hamma and El Debdaba, a small oasis nearby. A direct supply from the common subterranean system itself feeds two springs, Ain Charf-ed-Dine (23° C.) and Ain Draa Lalmar (24° C.), which lie about four miles to the west of El Hamma.

BRUUN (1939) concluded that *Thermosbaena* was a eurythermal cave animal which had become adapted to the hot-springs at El Hamma and penetrated there from the cooler waters of the large subterranean body of water giving the waters of El Hamma and Arad their similarity. "This point of view", he wrote (p. 500), "gives as a consequence, that *Thermosbaena* may be expected in many more places, also in the region of Arad. A final proof would be to find it in the Ain Charf-ed-Dine".

During our stay at El Hamma we attempted to test the validity of this hypothesis by searching for *Thermosbaena* in as many springs and wells as possible in the area (see fig. 3). We paid an early visit to Ain Charf-ed-Dine but did not find the animal here nor at Ain Draa Lalmar nearby. We examined seven wells at El Debdaba with temperatures of 28.3°, 33°, 37.5°, 42°, 42.5°, 45.5°, and 46.5° C. also without result. We investigated the spring at El Hamimine, south of El Hamma, and found a temperature of 51° C. at source dropping to 43° C. as it flowed into the River El Hamma, which we also sampled. We also examined the well at Nekhilet (47° C.) nearby, and a freshly-drilled artesian well (52° C.) on the road to Kebili. Finally, we investigated eight springs and five wells in the region of Arad, namely five springs between Gabès, Matmata, and Mareth (20°, 24.5°, 26°, 29°, and 37° C.); four wells and one spring (22.5°, 23°, 32°, 33°, and 23° C.) north of Gabès at Bou Chemma, Métouia, and Oudref; and one well and two springs (25.3°, 30°, and 21.5° C.) at Teboulbou, south of Gabès. Not a single specimen of *Thermosbaena* rewarded these efforts in spite of the fact that on many occasions the conditions appeared to be favourable. The wells varied in depth

from 15 to 25 feet and the water at the bottom varied from 6 inches to 5 feet deep: samples were taken by scooping up sludge from the bottom with a dip-net on descending to the water surface in each case, a torch often being essential. For the benefit of future investigators a complete list of all the springs and wells visited is given in table II and their location is shown in figure 3.

TABLE II

WELLS AND SPRINGS AT AND NEAR EL HAMMA AND IN ARAD REGION EXAMINED FOR *THERMOSBAENA*, AND RESULTS

name of spring (Ain) or well (Bir)	temp. ° C.	number <i>Thermosbaena</i> collected by BARKER & RUSSELL	by previous workers
1. Bir Djemaa Sidi-Bou-Ali	33	Nil	
2. Bir Chek Sidi-ali-bes-sid Cherif	42.5	Nil	
3. Bir Djemaa Sidi-Abdallah	37.5	Nil	
4. Bir Jouabrya	28.3	Nil	
5. Bir Saniet La Habib	42	Nil	
6. Bir Ferhat Bel Hadj Hassen	46.5	Nil	
7. Well near disused Bir Daiba, north of Marabout Juif	45.5	Nil	
8. Ain Baama (source found blocked, 1950)	30	Nil	156, BRUUN, 1938 (temp. of spring then 44° C.)
9. Ain Douiret	45	Nil	
10. Ain Ourita	39.5	Nil	
11. Ain Seba	45	Nil	Nil, BRUUN, 1938
12. Ain el Bordj	46	518	3, SEURAT, 1923 15, SEURAT, 1925 20, OMER-COOPER & HILL, 1925 ?, ABSOLON, 1927 (quantity unspecified)
13. Ain Sidi Abd el Kadar	45	196	2, BRUUN, 1938
14. Spring at El Hamimime, 3½ miles S. of El Hamma	51	Nil	
15. Bir Nekhilet, near El Hamimime	47	Nil	
16. Artesian well 4 miles from El Hamma on Kebili road	52	Nil	
17. River El Hamma	28—30	Nil	
18. Ain Charf-ed-Dine (= Ain Aouina) 4 miles W. of El Hamma	23	Nil	
19. Ain Draa Lalmar, ½ mile from above	24	Nil	
<i>North of Gabès</i>			
At Bou Chemma: 20. Bir Troubil	32	Nil	
21. Bir Djedid	33	Nil	
At Métouia: 22. Bir Métouia	23	Nil	
23. Ain Métouia (= Ain Sed)	23	Nil	
At Oudref: 24. Bir Souaini	22.5	Nil	
<i>South of Gabès</i>			
At Teboulbou: 25. Bir Teboulbou	25.3	Nil	
S. of Teboulbou: 26. Ain Tmoula	30	Nil	
27. Ain Squifa	21.5	Nil	
½ mile S. of Gabès on Matmata road: 28. Ain Slam	26	Nil	
Near Mareth: 29. Ain Zarda (two sources)	37 & 24.5	Nil	
30. Spring at Toujane	20	Nil	
31. Spring at Tounine	29	Nil	

It can be argued that in view of the observation that *Thermosbaena* becomes moribund at 35° and dies around 30° C., it is unlikely that specimens would be found in wells or springs with temperatures much below 40° C. As against this, however, it must be pointed out that this observation was made on specimens in water dropping swiftly from spring to room temperature. Animals kept overnight in a thermos jar losing about 1° C. per hour were able to survive a gradual drop in temperature from 43.8° to 35.8° C. *Thermosbaena* may, therefore, be able to adapt itself to lower temperatures given a long period of gradual change. It can further be argued that one negative sample from a well or spring does not necessarily indicate that the animal is absent. Our first three collections at Ain el Bordj were negative and the fourth yielded but one specimen; the next visit, however, produced 114 specimens. On the other hand, every visit we paid to Ain Sidi Abd el Kadar was productive, and if *Thermosbaena* is distributed as BRUUN suggests it seems unlikely that our extensive search would have failed to discover specimens in at least one or two of the many springs and wells examined. The fact that our search was conducted during one of the hottest and driest months of the year may have weighed against success; clearly an exhaustive survey of the area spread over several months is required before any definite conclusions can be arrived at.

Considerations regarding habitat.

BRUES (1932) was of the opinion that it was somewhat rash to suppose that *Thermosbaena* was a subterranean form since up to that time no specimens had ever been reported as actually emerging in the subterranean flow of water. However, ABSOLON (1935) caught his specimens by holding a net over the spring source at Ain el Bordj, and BRUUN (1939) points out that *Thermosbaena* continues to reappear in the baths in spite of their annual treatment in summer with disinfectants. He deduces from this that the baths have in fact been repopulated from beneath. But what precisely is meant by "from beneath"? If it is to be assumed that the animal inhabits the common subterranean pool supplying the waters of El Hamma and the Arad (as suggested by BRUUN), we must suppose that it is eurythermal and able to adapt itself to living in waters from approximately 20° C., or less, to 48° C., in spite of indications to the contrary. We must also postulate an adequate food supply in the subterranean pool, and discount the failure to find *Thermosbaena* in other wells and springs emanating from this common source. However, if it is to be assumed, on the contrary, that the animal has its home in the deep source of hot water originating from the mountainous region south-west of El

Hamma, we must suppose that it can survive higher temperatures than than 48° C. Food supply and the absence of *Thermosbaena* from the El Hammime spring, from Bir Nekhilet, and from the freshly-drilled artesian well on the Kebili road (all of which are derived directly from the deep hot source from the south) must also be taken into account. BRUUN excluded this possibility on the grounds that the high temperature of this source was beyond the known limit of thermal tolerance for multicellular organisms, quoting the limit of 50.5° C. given by BRUES (1932). I regret not having tested the upper limit of thermal tolerance of *Thermosbaena* by experiment at El Hamma, especially in view of the fact that, as mentioned above (p. 209), rotifers have been recorded at 65° C. (WARD & WHIPPLE, 1945). Nevertheless, no Crustacea have been recorded in waters hotter than 50° C. and it would seem safe to assume with BRUUN that *Thermosbaena* does not have its original home in the hot water coming from the south.

There remains a third possibility, namely that the animal simply inhabits the springs and baths at El Hamma and is subterranean only to the extent of living in an interstitial habitat in the thermal ground-water at El Hamma. The springs and baths are in communication with each other (apart from Ain Ourita) through a complex system of pipes and channels (see SOLIGNAC, 1927, fig. 4, and MONOD, 1940, fig. 30) which ultimately feed the extensive irrigation systems in the nearby date palmaries. I believe that we need go no further than to assume that this body of water, i.e. the spring sources, the baths, the intercommunicating channels, the irrigation systems, and the ground-water lying between and underneath them, constitutes the sole home of *Thermosbaena* at El Hamma. This hypothesis conforms best with the known facts about the animal and involves the least amount of supposition. The indication is that specimens have been collected in the baths because it is here that the collector has by chance had access to the interstitial habitat. According to this view specimens emerging from a spring source, such as those collected by ABSOLON (1935), would have joined the outflow from superficial ground-water at the head of the spring rather than from subterranean pools beneath. That the animal does occupy an interstitial habitat is strongly suggested by the fact that it is usually found in hauls of black sludge from the baths and only rarely found swimming freely in the baths themselves. Moreover, the fact that *Thermosbaena* is a detritus feeder and only incidentally feeds on the Cyanophyceae in the baths (BARKER, 1959) is in line with this conclusion. It is also indicative that KARAMAN (1953) first discovered *Monodella halophila* in an interstitial habitat. His first specimens were obtained from water lying 33 feet below the surface of the garden of the Biological

Institute at the port of Dubrovnik, 11 yards from the shore. He later found specimens in the slightly brackish waters of a cave 55 to 65 yards from the shore, nearly 9 miles south-east of the Biological Institute. The small amphipods *Salentinella gracillima* and *Hadžia fragilis* were found living in association with the animal in both habitats. *Salentinella gracillima* was likewise found by RUFFO (1949 a, b) living in association with *Monodella stygicola* in a slightly brackish cave in communication with the Adriatic near Castromarina, southern Italy; *Hadžia minuta* as well as other minute cavernicolous Crustacea were also collected from the same cave. STELLA (1951 a) discovered *Monodella argentarii* in a freshwater cave near the coast in Mount Argentario, north of Rome, and reports *Salentinella denticulata* from the same habitat (1953).

These facts relating to habitat, taken in conjunction with certain morphological characteristics (e.g. body form, lack of pigmentation, eyes reduced or absent), strongly suggest that the *Thermosbaenacea* are primarily ground-water organisms occupying an interstitial habitat, and that the presence of representatives in cave waters, or baths fed by springs, is merely incidental. In the same way *Bathynella* is now recognized primarily as a ground-water form collected only incidentally from wells, springs, and streams (see NICHOLLS, 1946). The recognition of an interstitial habitat for *Thermosbaena* offers a ready explanation for the fact that the disinfectant measures applied to the baths have little effect upon the *Thermosbaena* population. The fact that we found specimens at only two places in the El Hamma waters, the baths at Ain el Bordj and Ain Sidi Abd el Kadar, is what might be expected, for these baths are the ones most extensively used by bathers and the ones richest, therefore, in the detritus which forms the main diet of the animal. A specific investigation of the ground-water at El Hamma, particularly in the neighbourhood of the springs and baths and the irrigation channels in the date palmaries, may well reveal that the distribution of the animal is widespread in the area, even allowing for our failure to find specimens in four wells of suitable temperature at El Debdaba or in the well at Nekhilet.

Distribution of the *Thermosbaenacea*.

Turning to the wider aspect of the distribution of *Thermosbaena* in relation to the allied species of *Monodella*, it would seem probable that all these forms were originally marine and occupied an interstitial habitat in the ground-water of the sea-bed. This view is held by DEBOUDEVILLE (see BARKER, 1956, discussion), and KARAMAN (1953) has no doubt that this is so in the case of *Monodella halophila* finding a strong indication from the fact that he collected this animal

together with the small amphipods mentioned above in both littoral ground-water and cave waters further inland. He points out that the greater part of the interstitial fauna is of marine origin, and is of the opinion that the distribution of *M. halophila* in association with *Salentinella gracillima* and *Hadzia fragilis* may be widespread in the littoral ground-water of the central and western Mediterranean. RUFFO (1949 *b*) and SIEWING (1958) also envisage a marine ancestry for the Thermosbaenacea. In the case of *Thermosbaena*, the thermal habitat may itself be taken as an indication of the marine origin of the organism for BRUES (1927) has observed that "a great majority of the animals which occur in thermal waters have close relatives which live in alkaline, saline or brackish water or even in the sea" (p. 192).

The stable and uniform conditions of the interstitial habitat with little or no competition, coupled with the many primitive features of the Thermosbaenacea, suggest that these organisms are relict forms, and the localities of the four species so far discovered indicate an origin from that part of the Mesogean (Tethys) Sea now represented by the Mediterranean. RUFFO (1949 *b*) speculates briefly on these lines, and BRUN (1939) regards *Thermosbaena* as a relict "from the Tertiary Sea which once flooded Southern Tunisia" (p. 501). Palaeontological considerations regarding the phylogeny of the Malacostraca, and the primitive peracaridan or pre-peracaridan position of the group (see below), suggest that ancestral forms certainly existed in the Permo-Carboniferous period. At this time the Mesogean Sea covered much of the North African region, and in the succeeding Mesozoic era the southern limits of the Mesogean bordering on the Gondwana Continent shifted to and fro in this area (see e.g. GIGNOUX, 1955). In the Jurassic, for example, the Mesogean advanced unevenly to the south, inundating the lagoonal fringe of Gondwana that was a feature of the Upper Triassic, and occupied an extreme limit approximating to a west-to-east line passing south of Agadir on the Atlantic coast, through Colomb-Bechar, south of the Saharan Atlas, to emerge in the region of Tripoli (fig. 4). In the lower Cretaceous the sea retreated north again, particularly in the Moroccan region most of which emerged (see fig. 4, and GIGNOUX, 1955, fig. 107). The upper Cretaceous witnessed another reversal, the Mesogean flooding far to the south to perpetuate the so-called Cenomanian transgression on Gondwana; to quote GIGNOUX (1955, p. 455), "For the first time since the Primary era, and for the last as well, the Mediterranean overflows to the heart of Africa burying beneath its sandy beaches the whole northern part of the old Saharan continent." Thereafter the overall trend is a regression of the sea to the present North African coast, its greatest extent being in the Eocene when much of Tunisia and the southern part of eastern Algeria

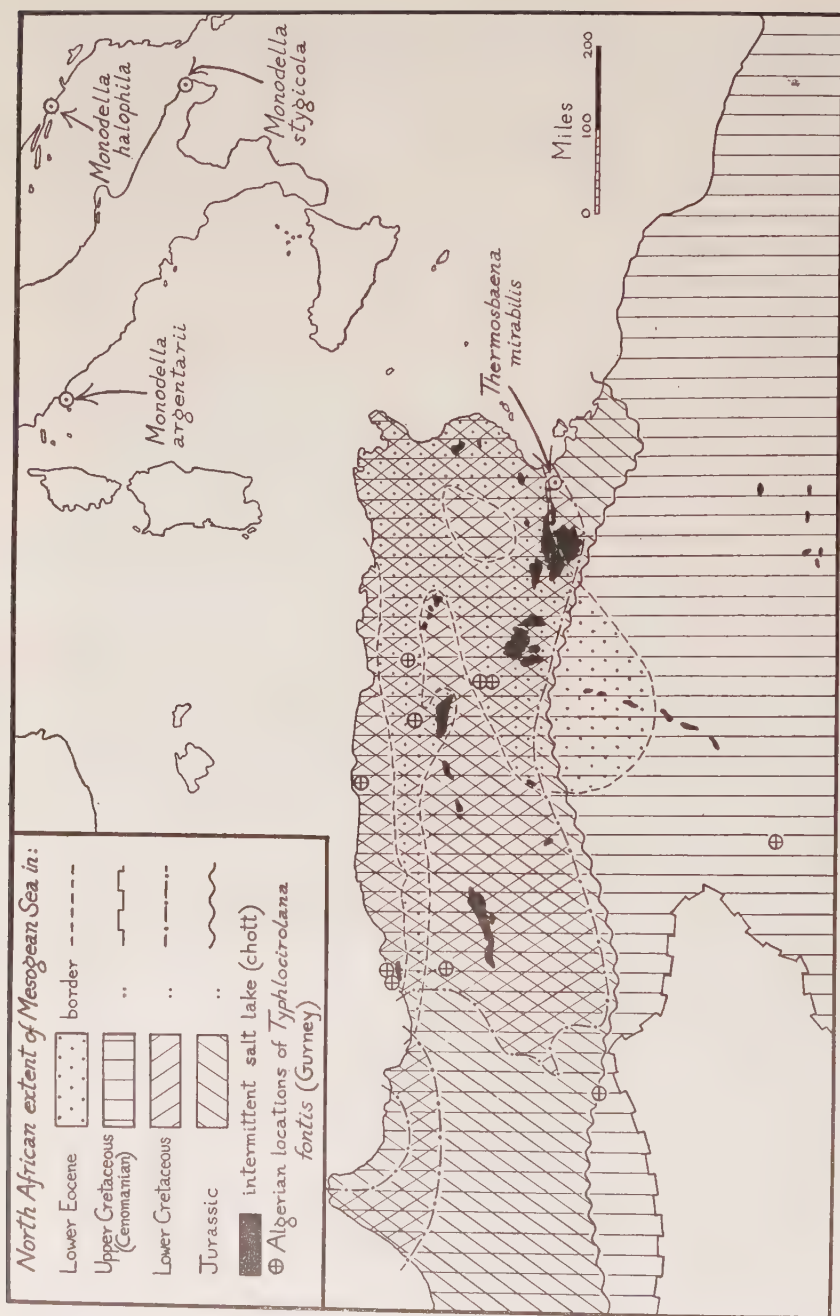


Fig. 4. Distribution of the Thermosbaenacea. The extent of the Mesogean (Tethys) Sea in that part of North Africa shown is indicated from Jurassic to lower Eocene times (limits based on GIGNOUX, 1955). The distribution of the isopod

was submerged. Finally, it is important to note that in the late Pliocene and Quaternary there was a lacustrine period when rivers and large freshwater lakes existed in the Algerian and Tunisian Sahara. These lakes gradually dried up and persist today as chotts or intermittent salt lakes (see fig. 4). The largest of these is the Chott Djerid which is 115 miles long and 50 miles across at its widest part, with its eastern end (the Chott Fedjadj) lying 4.3 miles north of El Hamma, 13.4 miles inland from the Mediterranean coast (see fig. 3).

Against this background, two hypotheses may be formulated to account for the present-day habitat of the relict *Thermosbaena*. Firstly, we may suppose that its marine ancestors may have been widespread in the sea-bed of the Mesogean when it covered the North African region, and that as the sea gradually withdrew northwards, the organisms would have been faced either with dessication or adaptation to an interstitial life in such bodies of water that remained. At the end of the lower Eocene the southern limit of the Mesogean lay a few miles to the north of Gabès and El Hamma (see fig. 4, and GIGNOUX, 1955, fig. 128). The common subterranean system from which the waters of El Hamma and the Arad region are derived emanates from a Triassic horizon (SOLIGNAC, 1927), and if the El Hamma springs were established in the lower Eocene a migration to their ground-water via the littoral ground-water of the Mesogean could possibly have occurred. Secondly, we may suppose that the colonization of the present habitat is on the contrary of more recent origin and that descendants of marine ancestral stock have become established at El Hamma via the freshwater precursor of the Chott Djerid. This chott evidently persisted as a lake even up to Roman times when the whole southern area of Tunisia differed greatly from the arid conditions of today (maps indicate 287 Roman ruins in the area shown in fig. 3). It is known that the level of the Mediterranean fluctuated considerably during the glacial and interglacial periods of the Quaternary, and it is probable that the sea invaded the Chott Djerid area during this time converting the lake into a temporary brackish lagoon. This would have afforded an opportunity for the ancestral stock to become established in the lagoon, the organisms spreading inland from the ground-water of the sea-bed and becoming adapted to the ground-water of the brackish lagoon. The subsequent lake, as it dried out, would have provided a good thermal apprenticeship for *Thermosbaena's* predecessors, and it could be supposed that a migration took place from the littoral ground-water of the lake to the thermal ground-water of El Hamma. Such a dispersal may well have been encouraged by the increasingly high salinity of the evaporating lake, the thermal and brackish conditions at El Hamma offering a better chance of survival than the ground-water of the salt lake.

With regard to the first hypothesis, there is plenty of evidence to show that inland brackish and freshwater faunas may be established on the retreat of ancient seas. CHAPPUIS, for example, accounts for the distribution in Rumania of certain freshwater interstitial forms (*Bathynella*, and some copepods, isopods, and amphipods) as being of marine origin, relics from the regression of the Mesogean Samaritan Sea which covered the Pannonian basin in the Miocene (see NICHOLLS, 1946). BEURLEN (1957) similarly regards some of the brackish and freshwater fauna of Brazil as being of marine origin, a legacy from the sea which invaded this part of the Gondwana Continent from the east in the Tertiary. In North Africa the distribution of the isopod *Typhlocirolana fontis* (GURNEY) may plausibly be accounted for in a similar way. This species belongs to a typically marine family of isopods, the Cirolanidae, and has been found in freshwater caves, springs, streams, and wells scattered widely apart in Algeria (see fig. 4). The isopod averages 7.5 mm. long, is white and eyeless, and appears to be a typical ground-water inhabitant. It was first collected by GURNEY in 1906 from a spring near Biskra (GURNEY, 1908). MONOD (1930) recounts how specimens were subsequently collected at the type-source and another spring near Biskra, in two caves near Oran, from a well at Colomb-Bechar, a well near Algiers, a spring about 70 miles south of Oran, a stream between Setif and Constantine, from an unspecified habitat at Medjez, and from a well in the Sahara at Fort Mirabel. GURNEY (1908) concluded that the organism was "evidently of subterranean origin" and supposed it to have arisen from some deep-water Mediterranean species such as *Cirolana caeca*, envisaging direct submarine access to the spring near Biskra where he discovered it, the animal undergoing the necessary adaptations to differences of salinity and pressure. It would seem more probable, however, that this is another case of an originally marine organism adapting itself to freshwater conditions on the retreat of the Mesogaen Sea. The occurrence of specimens in the Sahara at Fort Mirabel, for example, may thus be related directly to the retreat of the Mesogean which followed the Cenomanian transgression in the Upper Cretaceous (see fig. 4).

There is therefore nothing inherently improbable about the first hypothesis put forward to account for the present-day habitat of *Thermosbaena*. In essence this point of view has already been expressed by RUFFO (1949 *b*) and BRUUN (1939) though neither recognized *Thermosbaena* as an interstitial organism or considered the problem in detail. However, the assumption that the El Hamma springs were established in the lower Eocene is entirely speculative. The only body of water in this area that can be dated with certainty, apart from the invasions and regressions of the Mesogean as revealed

by marine deposits, is the lake formed in the late Pliocene or Quaternary which preceded the Chott Djerid.

The second hypothesis would appear to be more plausible. GIGNOUX (1955) is of the opinion that the general level of the Mediterranean in the Tyrrhenian Quaternary was higher than it is today, and tentatively (p. 648) links this stage with the first interglacial period. It is therefore well within the bounds of probability that at this time the Mediterranean spilled over the narrow coastal plain between Gabès and El Hamma to link up with the Lake (now Chott) Djerid and convert it into a lagoon. In this connexion it is obviously significant that three small chotts lie between the eastern end of the Chott Djerid (the Chott Fedjadj) and the Mediterranean coast just over 13 miles away (see fig. 3). The colonization of a brackish lagoon from the sea, and thence from an evaporating salt lake to brackish thermal spring water is an entirely probable ecological sequence. It is also significant that the springs at El Hamma, and the date palmaries irrigated by them, all lie to the immediate south of the Chott Fedjadj, four miles of salt marsh extending from the fringe of the palmaries to the border of the chott (see fig. 3). We know that the springs existed in Roman times when the chott was still a lake, indicating that if *Thermosbaena* was established in this manner the present-day habitat is of comparatively recent origin. The occurrence of *Saharolana seurati* MONOD, a freshwater cirolanid collected by SEURAT from a stream at Kebili on the southern border of the Chott Djerid (see MONOD, 1930), could be regarded as circumstantial evidence in favour of this hypothesis. KARAMAN (1953) is incorrect in asserting that *Thermosbaena* has been found in thermal waters in North Africa apart from those at El Hamma, but this may well eventually prove to be so, and the discovery of related freshwater, brackish, or littoral forms in this region is clearly a distinct possibility. In the light of the second hypothesis, an investigation of the ground-water in the neighbourhood of the Chott Djerid, particularly its eastern end and the smaller chotts lying between it and the coast, might prove especially rewarding.

The distribution of *Monodella* presents a simpler problem. The coastal locations of the species so far discovered suggest that the organism may have established itself comparatively recently, as is supposed by KARAMAN (1953) in the case of *M. halophila*. However, the occurrence of as yet undiscovered species in the Italian and Balkan interior is obviously a possibility in view of the palaeogeographic history of the area. Italy and Yugoslavia remained submerged beneath the Mesogean until late on into the Tertiary. The formation of the Alps in the late Oligocene was the prelude to the separation of the Mesogean into a Mediterranean basin in the west and an inland

sea in the east, the precursor of the Black, Caspian, and Aral Seas of today. The Apennines and much of the Balkans emerged during the regression of the Mesogean immediately following the Oligocene. A marine invasion in the Miocene, and another smaller invasion in the Pliocene, were each followed by regressions and led to an Italian and Yugoslavian geography in the Quaternary of approximately present-day configurations. We may conclude, therefore, that ancestors of *Monodella* would not have been taxed to any large extent with survival in the face of marine regression until after the Pliocene. The regression which followed the Pliocene, however, may well have left behind a legacy of inland forms.

In conclusion it is to be noted that as compared with *Thermosbaena*, *Monodella* possesses a number of features which suggest that it is the more primitive of the two genera (see SIEWING, 1958). In *Monodella* the telson is free, there are seven pairs of peraeopods instead of five, and the maxilliped in the male bears an endopodite in addition to an exopodite and epipodite. It is tempting to evaluate this fact in relation to considerations regarding the distribution of the two genera. However, it is probable that the higher degree of specialization of *Thermosbaena* simply follows naturally upon the organism having to adapt to a thermal brackish habitat as compared with the littoral, brackish, and freshwater habitats colonized by *Monodella*.

SYSTEMATIC POSITION

When MONOD (1927 *a*) established the order Thermosbaenacea he maintained that it should be regarded as intermediate between the Mysidacea and Tanaidacea in the peracaridan series. He had already (1924 *a*, *b*) envisaged this position for *Thermosbaena* and CALMAN (Anon., 1924) had expressed the same opinion; in his monograph of 1940 MONOD draws the same conclusion. Four other propositions have been advanced which would exclude the order from the Peracarida. They may be summarized as follows: (i) That the Thermosbaenacea together with the syncaridan Bathynellidae should be placed in a new malacostracan order, the Anomostraca (SARS, 1929). (ii) That they are closely allied to the Stomatopoda and share with them a common descent (GLAESSNER, 1957). (iii) That they are to be regarded as intermediate between the Peracarida and Syncarida (TARAMELLI, 1954). And (iv), that they should be excluded from the Peracarida but regarded as an offshoot from pre-peracaridan stock (SIEWING, 1956) and given the rank of a division termed Pancarida (SIEWING, 1958).

That there is a superficial resemblance between *Thermosbaena* and

Bathynella was recognized by CHAPPUIS (1927), but there is clearly no close affinity, and as convincingly demonstrated by NICHOLLS (1931) there is no case for removing the Bathynellidae from the Syncarida and grouping them with the Thermosbaenacea as Anomotraca. However, had *Monodella* been known when SARS put forward his proposal it would have seemed more plausible, for the external similarity between *Monodella* and *Bathynella* is quite striking. Moreover, there is also a resemblance in development in that the young are hatched without the full adult complement of peraeopods (see STELLA 1953, 1955, on *Monodella argentarii*; and NICHOLLS, 1946, who summarizes BARTOK's work on the development of *Bathynella*). Nevertheless, the presence of a dorsal brood-pouch in both *Monodella* and *Thermosbaena*, as well as many other detailed points of similarity, leads to the overall conclusion that such resemblances as do occur between the Thermosbaenacea and the Bathynellidae are the outcome of similar adaptations to an interstitial habitat. SIEWING (1958) is also of this opinion.

The sole evidence put forward by GLAESSNER (1957) in support of his view that the Thermosbaenacea are related to the Stomatopoda is what he considers to be a remarkable resemblance between *Thermosbaena* and the Carboniferous fossil *Perimecturus* as described by PEACH (1908). GLAESSNER maintains that the Perimecturidae are intermediate between a primitive "caridoid" malacostracan and the true Stomatopoda. There is slight superficial resemblance between *P. communis* (PEACH's fig. 5, pl. 7) and *Thermosbaena*, but the general form of the fossils figured by PEACH is more reminiscent of a mysid; indeed, the close similarity between PEACH's figure of a female *P. elegans* showing a ventral brood-pouch (fig. 2A, pl. 6) and a recent mysid (fig. 8, pl. 6) is obvious. PEACH himself concluded that his fossils were "members of the group of Mysidian Schizopods, believed to be intermediate between the Lophogastridae and the Anaspidae" (p. 39). He did, however, make the alternative suggestion that on account of their large tail fans "they simulate the modern Squillids" (p. 39) and "may even have been the early progenitors of the Squillid stock" (p. 53), and it is this view which GLAESSNER elaborates.

GLAESSNER emphasizes the importance of taking full account of palaeontological data as well as the comparative morphology of living forms in studying the phylogeny of the Malacostraca, and points out the dangers of establishing a classification designed primarily for living forms. This is wholly laudable but there are equal dangers in reversing the usual emphasis and creating a phylogeny which does not embrace a full knowledge of the morphology of living forms. GLAESSNER has made this error in respect of his comments on the Thermosbaenacea for he is clearly unfamiliar with

much of the work on *Thermosbaena* and takes no account of the discovery of three species of *Monodella*. Quite apart from the question of whether or not the Perimecturidae should be regarded as ancestral to the Stomatopoda, the tenuous nature of the similarity between *Thermosbaena* and *Perimecturus*, together with the failure to take into account all the known features of the Thermosbaenacea, indicates that there is little substance in the suggested stomatopodan affinities for this group.

A reassessment of the systematic position of the Thermosbaenacea in the light of the further knowledge about the group which has emerged since MONOD's monograph (1940) has been made by TARAMELLI (1954) and SIEWING (1958). Both are agreed upon the exclusion of the order from the Peracarida but differ in their interpretations of its relationship with the Syncarida.

For TARAMELLI, morphological considerations suggest a close peracaridan relationship, particularly with the Cumacea, but the absence of oostegites and presence of a dorsal brood-pouch indicates exclusion from the peracaridan series, and a syncaridan affinity is suggested by the fact that the embryos of both *Monodella* and *Bathynella* are released without the last two pairs of peraeopods. STELLA (1955) is also impressed by this embryological resemblance and contrasts it with the 'manca stage' in Cumacea, Tanaidacea, and Isopoda where only the last pair of peraeopods is missing. However, in view of the fact that in the development of *Thermosbaena* the embryo leaves the brood-pouch with the full adult complement of peraeopods (BARKER, 1959), it is doubtful whether much significance should be attached to this feature in evaluating the systematic position of the Thermosbaenacea. Moreover, since there would appear to be none other than superficial similarities between the morphology of the Thermosbaenacea and the Syncarida (see SIEWING, 1958), TARAMELLI's intermediate placing of the order between the Peracarida and Syncarida carries little weight.

SIEWING (1956, 1958) envisages a phylogenetic scheme for the Malacostraca in which the main stem, having given rise successively to the Phyllocarida, Hoplocarida, and Syncarida, ultimately diverges into the Eucarida, on the one hand, and the Peracarida on the other, with the Thermosbaenacea shown as an off-shoot from pre-peracaridan stock. A close peracaridan relationship is indicated (SIEWING, 1958) by the possession of a mandibular lacinia mobilis, a small carapace fused with the first thoracic segment, and certain features of the alimentary canal. Early deviation from pre-peracaridan stock is suggested by a number of primitive characters such as a free telson (in *Monodella*), the structure of the maxilliped, and the pattern of blood vessels leaving the anterior aorta. Finally, in SIEWING'S

view, independent status is achieved by the development of specific characteristics such as the dorsal brood-pouch, and the structure of the maxilliped which, though primitive and resembling the decapod condition, is unique. The Thermosbaenacea are thus regarded as a compact natural group sharing a common origin with the Peracarida and of equivalent systematic rank. Hence SIEWING creates a new division, the Pancarida, to include Malacostraca in which (i) the embryos develop in a dorsal brood-pouch; (ii) the maxilliped has two endites, and an exopodite, endopodite, and epipodite; (iii) excretory organs are lacking; and (iv) the embryos leave the brood-pouch lacking the last two pairs of peraeopods. If the species are grouped into families as suggested by TARAMELLI (1954), the classification of the Thermosbaenacea would therefore be expressed as follows:

Sub-class Malacostraca

Division Pancarida (SIEWING, 1958)

Order Thermosbaenacea (MONOD, 1927)

Family Thermosbaenidae

Thermosbaena mirabilis MONOD (1924)

Family Monodellidae

Monodella stygicola RUFFO (1949)

Monodella argentarii STELLA (1951)

Monodella halophila KARAMAN (1953)

It remains to be seen whether this scheme will survive in the light of further knowledge and the probable discovery of further species. MANTON (in addendum to TIEGS & MANTON, 1958), though clearly impressed by the obvious peracaridan affinities of the Thermosbaenacea, is of the opinion that a decision regarding their systematic position should "be suspended until functional information on their structure is forthcoming" particularly with respect to the brood-pouch and maxilliped. GORDON (1958), in a review of SIEWING's monograph, declares herself as "not entirely convinced of the necessity for the new division Pancarida". It must be noted that two out of the the four characteristics given by SIEWING for the Pancarida do not apply to *Thermosbaena* for this form does not have a 'manca stage' in development and nor does it possess maxilliped endopodites (BARKER, 1959). SIEWING's 'pancaridan maxilliped', in fact, exists only in the males of *Monodella halophila* and *M. argentarii* so far as is known; the male of *M. stygicola* remains to be discovered. Moreover it should be borne in mind that our knowledge of the internal anatomy and embryology of *Monodella* is restricted to the somewhat unsatisfactory anatomical study by TARAMELLI (1954) on *M. argentarii* and very brief accounts of the embryology of the same

species by STELLA (1953, 1955). The information at present available about the *Thermosbaenacea* is thus not as extensive or as uniform as one would like to support the creation of a new division.

Further investigations of cavernicolous and interstitial habitats may well yield new forms which will provide a broader basis than exists at present for systematic revision. A new peracaridan order was recently established by GORDON (1957) to include her genus *Spelaeogriphus*, discovered in a cave pool in the Table Mountain, South Africa, and she is at present investigating what appears to be another new cavernicolous peracaridan from the West Indies (personal communication, 1958). In view of these considerations SIEWING's creation of a new division, the Pancarida, may well prove to be premature. It is possible that further knowledge will indicate that the need is not for a new division but rather for an expansion of the old, a broader concept of the Peracarida in which the divergence of the *Thermosbaenacea* from the present peracaridan series will assume the same order of significance as the divergence now recognized between the Mysidacea and Amphipoda on the one hand, and the Cumacea, Isopoda, and Tanaidacea on the other.

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my thanks to the following for the assistance they have kindly rendered me in this work: Sir ALISTER HARDY, for suggesting the investigation in the first instance; Dr. S. M. MCGEE-RUSSELL for his help and enthusiasm in collecting and observing *Thermosbaena* at El Hamma; the Département des Travaux Publics, Tunis, for providing free transport; Dr. ISOBELLA GORDON for much helpful advice and encouragement; and the Earl of VERULAM, Mr. BASIL WRIGHT, and Dr. S. M. MANTON for their financial assistance without which the visit to El Hamma could not have been undertaken.

SUMMARY

The oasis of El Hamma, southern Tunisia, was visited in September 1950 and 714 specimens of *Thermosbaena mirabilis* MONOD were collected from two baths fed by hot-springs, Ain el Bordj, the type-source, and Ain Sidi Abd el Kadar where the animal had not previously been recorded. The specimens consisted of 164 males, 123 females (73 non-breeding; 50 with brood-pouches), and 94 juveniles; 333 specimens were unfortunately lost on the return journey. *Ther-*

mosbaena lives in warm brackish water and can survive temperatures fluctuating between 37° and 47° C. but becomes moribund around 35° and dies around 30° C.

Apart from examining the springs and baths at El Hamma, a search was made for *Thermosbaena* in 14 wells and 11 springs scattered over a wide area around El Hamma and Gabès; the River El Hamma was also sampled. The search proved negative in all but the two El Hamma baths already specified. It is suggested that the animal occupies an interstitial habitat in the thermal ground-water at El Hamma, and that it has been collected in the baths not because it has been brought there by the springs flowing into them (as previously believed), but because in the baths the collector has by chance had access to the interstitial habitat. There are grounds for believing that the three species of *Monodella* discovered on the Italian and Yugoslavian coasts (*M. stygicola*, *M. argentarii*, and *M. halophila*) are also interstitial forms, and that an ancestral habitat in the sea-bed of that part of the Mesogean (Tethys) Sea now represented by the Mediterranean was common to all members of the Thermosbaenacea. The palaeogeographic history of the Mesogean in the North African, Italian, and Yugoslavian areas is discussed and two hypotheses are formulated to account for the present-day habitat of *Thermosbaena*. The first would regard the organism as a legacy from the final retreat of the Mesogean from southern Tunisia in the lower Eocene. The second envisages the establishment of ancestral stock in a lake lying nearby El Hamma at a time during the Quaternary when a rise in the level of the Mediterranean had converted the lake into a brackish lagoon. This lake subsequently dried out to form the present-day Chott Djerid and it is suggested that *Thermosbaena* colonized the thermal brackish ground-water at El Hamma as a measure of survival in face of the increasingly saline ground-water of the developing chott. The second hypothesis is regarded as the most plausible. It is considered that the coastal locations of the *Monodella* species so far discovered indicate a comparatively recent colonization from the sea-bed of the Mediterranean via littoral ground-water. It is pointed out, however, that the palaeogeographic history of Italy and Yugoslavia renders the occurrence of as yet undiscovered species in the Italian and Balkan interior a distinct possibility, the organisms persisting as freshwater or brackish survivors of the Mesogean regression which followed the Pliocene.

The systematic position of the Thermosbaenacea is reviewed in the light of recent work and it is concluded that little significance should be attached to the intermediate position of the order between the Peracarida and Syncarida suggested by TARAMELLI (1954), or to the stomatopodan affinities of the group suggested by GLAESSNER

(1957). It would appear that these relict malacostracans should either be included in the Peracarida, or placed in a pre-peracaridan position as advocated by SIEWING (1956, 1958), but the inclusion of the Thermosbaenacea in a new division Pancarida (SIEWING, 1958), equivalent in rank to the Peracarida, is clearly premature.

SOMMAIRE

En septembre 1950, au cours d'une visite à El Hamma, oasis au sud de la Tunisie, 714 spécimens appartenant au genre *Thermosbaena mirabilis* MONOD furent récoltés dans deux bassins alimentés par des sources thermales, Ain el Bordj, source typique, et Ain Sidi Abd el Kadar, où jamais encore de tels échantillons n'avaient été trouvés. Cette collection comprenait: 164 mâles, 123 femelles (73 stériles et 50 avec poches reproductrices) et 94 non-adultes. Malheureusement 333 de ces animaux furent perdus durant le voyage de retour. *Thermosbaena* vit dans une eau chaude et saumâtre, elle peut survivre à des températures variant de 37° à 47° C., mais elle commence à s'éteindre aux environs de 35° et meurt aux approches de 30° C.

Une recherche pour trouver *Thermosbaena* fut entreprise, non seulement dans les deux bassins à El Hamma, mais aussi dans 14 puits et sources disséminés sur une large étendue autour d'El Hamma et de Gabès, ainsi que dans la rivière El Hamma dont des échantillons furent analysés. Rien ne fut trouvé en dehors des deux sources mentionnées en premier lieu. On suppose que ces animaux habitent certains interstices dans les fonds des sources thermales d'El Hamma, et qu'ils y ont été trouvés, non pas parce que amenés là par l'écoulement des eaux, mais parce que le collectionneur eut la chance d'accéder à leur terrain d'habitat. Il est raisonnable de croire que les 3 espèces de *Monodella* trouvées sur les côtes d'Italie et de Yougoslavie (*M. stygicola*, *M. argentarii*, et *M. halophila*) sont aussi du genre habitant des interstices et qu'un ancien habitat, dans les fonds de cette partie de la Mer mésogéenne (Tethys) maintenant représenté par la Méditerranée était commun à tous les membres des thermosbenacés. L'histoire paléogéographique du Mésogée dans les régions nord-africaines, italiennes, et yougoslaves est en discussion et on formule deux hypothèses pour expliquer le présent habitat de *Thermosbaena*. La première considérait l'organisme comme un legs de la retraite finale du Mésogée depuis la Tunisie méridionale dans l'Eocène inférieure. La seconde envisage l'établissement d'une réserve ancestrale dans un lac se trouvant près d'El Hamma à une époque où un relèvement du niveau de la Méditerranée avait converti le lac en

un lagon saumâtre. Ensuite ce lac s'est asséché pour former l'actuel Chott Djerid et on formule la suggestion que les *Thermosbaena* ont colonisé l'eau thermale saumâtre à El Hamma comme mesure de survie devant l'eau de plus en plus salée du chott en voie de développement. La deuxième hypothèse est estimée comme la plus plausible. On considère que la position sur la côte de l'espèce *Monodella*, dans la mesure où elle a été découverte, indique une colonisation comparativement récente partant du lit de la Méditerranée par l'intermédiaire des eaux littorales. On souligne, cependant, que l'histoire paléogéographique de l'Italie et de la Yougoslave fait de la trouvaille d'espèces non encore découvertes dans l'Italie et l'intérieur des Balkans une possibilité distincte, les organismes persistant comme survivants d'eau douce ou saumâtre de la regression mésogène qui suivit le Pliocène.

La position systématique des thermosbenacés a été mise au point au cours de travaux récents, et l'on arrive à conclure que la position intermédiaire de l'ordre entre la Peracarida et la Syncarida, comme suggéré par TARAMELLI (1954), ou les affinités stomatopodéennes au groupe suggéré par GLAESSNER (1957) signifient peu de choses. Il semblerait que ces résidus malacostracéens devraient être inclus à la Peracarida ou placés dans une position pré-peracaridéenne, comme le recommande SIEWING (1956, 1958), mais établir que les thermosbenacés sont une branche nouvelle Pancarida (SIEWING, 1958) à un rang semblable à la Peracarida, serait certainement une conclusion prématurée.

REFERENCES

- ABSOLON, K. - 1935 - O živé fossilii *Thermosbaena mirabilis* z horkých vod saharu. *Příroda*, 28 (1), 1—11.
- ANON. (W. T. CALMAN). - 1924 - A new Crustacean. *Nature*, Lond., 114, 171.
- BARKER, D. - 1956 - The morphology, reproduction, and behaviour of *Thermosbaena mirabilis* Monod. *Proc. XIV Int. Zool. Congr.* 1953. Copenhagen. 503—504.
- 1959 - The morphology and reproduction of *Thermosbaena mirabilis* Monod. (in preparation for *Quart. J. micr. Sci.*).
- BEURLEN, K. - 1957 - Faunas Salobras Fósseis e o Tipo Ecológico-Paleogeográfico das Faunas Gondwânicas no Brasil. *An. Acad. Brasil. Cienc.*, 29 (2), 229—241.
- BRUES, C. T. - 1927 - Animal Life in Hot Springs. *Quart. Rev. Biol.*, 11 (2), 181—203.
- 1932 - Further studies on the fauna of North American hot springs. *Proc. Amer. Acad. Art Sci.*, 67 (7).
- BRUUN, A. F. - 1939 - Observations on *Thermosbaena mirabilis* Monod from the hot Springs of El - Hamma, Tunisia. *Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren.*, 103, 493—501.

- CHAPPUIS, P. A. - 1927 - Die Tierwelt der unterirdischen Gewässer. In A. THIENEMANN, Die Binnengewässer 3, Stuttgart.
- DEBOUTTEVILLE, C. D. - 1956 - In BARKER, 1956, discussion.
- GIGNOUX, M. - 1955 - *Stratigraphic Geology*. English translation of 4th French Ed., 1950, by G. G. Woodford. W. H. Freeman & Co., San Francisco, California.
- GLAESSNER, M. F. - 1957 - Evolutionary trends in Crustacea (Malacostraca). *Evolution*, 11 (2), 178—184.
- GORDON, I. - 1957 - On *Spelaeogriphus*, a new cavernicolous crustacean from South Africa. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool.*, 5 (2), 31—47.
- 1958 - A thermophilous shrimp from Tunisia. *Nature, Lond.*, 182, 1186.
- GURNEY, R. - 1908 - A new species of *Cirolana* from a fresh-water spring in the Algerian Sahara. *Zool. Anz.*, 32, 682—685.
- KARAMAN, S. L. - 1953 - Über einen Vertreter der Ordnung Thermosbaenacea (Crustacea Peracarida) aus Jugoslawien, *Monodella halophila*, n. sp. *Acta Adriatica*, 5 (3), 1—22.
- MONOD, TH. - 1924a - Exhibition of a new and remarkable type of Crustacean. *Proc. Linn. Soc. Lond.*, Session 136, 63.
- 1924b - Sur un type nouveau de Malacostracé: *Thermosbaena mirabilis* nov. gen., nov. sp. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 49, 58—68.
- 1927a - *Thermosbaena mirabilis* Monod. Remarques sur sa morphologie et sa position systématique. *Faune Colon. Franç.*, 1 (2), 29—51.
- 1927b - Nouvelles observations sur la morphologie de *Thermosbaena mirabilis*. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 52, 196—200.
- 1930 - Contribution à l'étude des „Cirolanidae”. *Ann. des Sc. Nat. Zool.*, 10th series, 129—183.
- 1940 - Thermosbaenacea. H. G. BRONNS *Klassen und Ordnungen des Tierreichs*, Bd. 5, Abt. 1, Buch 4. Akademische Verlagsgesellschaft Becker und Erler Kom. — Ges. Leipzig.
- NICHOLLS, G. E. - 1931 - *Micraspides calmani*, a new Syncaridan from the West Coast of Tasmania. *J. Linn. Soc., Lond.*, 37, 473—488.
- 1946 - Syncarida in relation to the interstitial habitat. *Nature, Lond.*, 158, 934—936.
- OMER-COOPER, J. 1928 - A glimpse of the Tunisian desert. *Vasculum*, 14, 43—47.
- PEACH, B. N. - 1908 - Monograph of the higher Crustacea of the carboniferous rocks of Scotland. *Mem. Geol. Survey Great Britain, Palaeont.*, pp. 82.
- RUFFO, S. - 1949a - *Monodella stygicola* n.g., n. sp., nuovo Termosbenacco della acque sotterranee della penisola salentina. *Arch. zool. Ital.*, 34, 31—48.
- 1949b - Sur *Monodella stygicola* Ruffo des eaux souterraines de l'Italie méridionale, deuxième espèce connue de l'ordre des Thermosbenacés (Malacostraca Peracarida). *Hydrobiologia*, 2, 56—63.
- SARS, G. O. - 1929 - Description of a remarkable Cave-Crustacean *Parabathynella malaya* G. O. Sars sp. nov., with general remarks on the Family Bathynellidae. *J. Fed. Malay Mus.*, 14, 339—351.
- SIEWING, R. - 1956 - Untersuchungen zur Morphologie der Malacostraca (Crustacea). *Zool. Jb. Anat. Ontog.*, 75 (1), 39—176.
- 1958 - Anatomie und Histologie von *Thermosbaena mirabilis*. Ein Beitrag zur Phylogenie der Reihe Pancarida (Thermosbaenacea). *Akad. der Wiss. und der Lit. Mainz., Abh. math. — nat. Kl.*, No. 7, 1957, 197—270.

- SOLIGNAC, M. - 1927 - *Étude sur les sources thermo-minérales de la Tunisie*. Fasc. 1: *Regions de Gabès et de Tunis*. Services des Mines et de la Carte Géologique, Direction Generale des Trauvauux Publics, Regence de Tunis.
- STELLA, E. - 1951a - *Monodella argentarii* n. sp. di Thermosbaenacea (Crustacea Peracarida) limnotroglobio di Monte Argentario. *Arch. zool. Ital.*, 36, 1—15.
- 1951b - Notizie biologische su *Monodella argentarii* Stella, Thermosbenaceo delle acque di una grotta di Monte Argentario. *Boll. zool. Torino*, 18 (4—6), 227—233.
- 1953 - Sur *Monodella argentarii* Stella, espèce de Crustacé Thermosbenacé de eaux d'une grotte de l'Italie centrale. *Hydrobiologia*, 5 (1—2), 226—232.
- 1955 - Behaviour and development of *Monodella argentarii* Stella, a Thermosbaenacean from an Italian cave. *Proc. Int. Ass. Limnol.*, 12, 464—466.
- TARAMELLI, E.- 1954 - La posizione sistematica dei Thermosbenacei quale risulta dalla studio anatomico di *Monodella argentarii* Stella. *Monitore zool. Ital. Firenze*, 62 (1), 9—24.
- TIEGS, O. W. & MANTON, S. M. - 1958 - The Evolution of the Arthropoda. *Biol. Rev.* 33 (3), 255—337.
- WARD, H. B. & WHIPPLE, G. C. - 1945 - *Fresh-water Biology*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Two new species of *Anabaena* from Western India

by

ELLA A. GONZALVES & N. D. KAMAT

Department of Botany, Institute of Science, Bombay, India.

During the course of a systematic survey of the Myxophyceae of Mysore State, Western India, the authors came across two new species of *Anabaena*. These are described below.

1. *Anabaena alatospora* sp. nov. (Figs. 1 and 2)

Plant-mass soft, mucilaginous. Trichomes single, usually curved, end-cells with rounded apices. Cells spherical to barrel-shaped, as long as broad or slightly shorter or longer than broad, $3.2\text{--}4.5\ \mu$ in diameter, $3.2\text{--}5.8\ \mu$ long. Heterocysts single, intercalary, cylindrical, $3.8\text{--}4.5\ \mu$ in diameter, $7\text{--}9\ \mu$ long. Akinetes single, cylindrical, $10.4\text{--}13\ \mu$ in diameter, $25.2\text{--}36\ \mu$ long, outer wall radially striated, wing-like striations, yellow-brown in colour, membrane $2.6\text{--}3.2\ \mu$ broad.

Along with other algae in a mucilaginous mass in a puddle at Devarayi, Mysore State. Collected on 4th October 1952.

Type preserved in the personal collection of the senior author (No. M. 11).

Planta mollis, mucilaginosa. Trichomata singularia, vulgo curvata; cellulae terminales apicibus rotundatis ornatae. Cellulae sphaericae vel doliiformes, aequae longae ac latae, vel paulo breviores vel longiores, $3.2\text{--}4.5\ \mu$ diam., $3.2\text{--}5.8\ \mu$ longae. Heterocysta singula, intercalaria, cylindrica, $3.8\text{--}4.5\ \mu$ diam., $7\text{--}9\ \mu$ longa. Akinetes singuli, cylindrici, $10.4\text{--}13\ \mu$ diam., $25.2\text{--}36\ \mu$ longi, parietibus exterioribus radialiter striatis, striis alae similibus luteo- brunneis colore. Membrana $2.6\text{--}3.2\ \mu$ lata.

Typus lectus simul cum aliis Algis in massa mucilaginosa in lacuna ad Devrayi in Statu Mysore, die 4 octobris anni 1952 a N. D. KAMAT et positus in herbario auctoris senioris sub numero M 11.

This species agrees with *A. Füllebornii* SCHMIDLE (GEITLER 1932,

p. 904; SKUJA 1949, p. 40) in the nature of the akinete-wall, but differs from it in the following respects: (1) The cells of this species are not cylindrical, but are barrel-shaped to spherical, (2) the akinetes always occur away from the heterocysts and are cylindrical and not ellipsoidal-cylindrical, (3) the heterocysts are never square or barrel-shaped, but are always cylindrical, (4) this species is much smaller than *A. Füllebornii*.

2. *Anabaena mysorensis* sp. nov. (Fig. 3)

Plant-mass soft, mucilaginous, blue-green. Trichomes single, straight, rarely curved; end-cells with rounded apices. Cells cylindrical, with constrictions at the cross-walls, up to twice as long as broad, 5.8—7.5 μ in diameter, 6.4—12.3 μ long. Heterocysts single, intercalary, cylindrical, 5.2—7.3 μ in diameter, 9.6—14.8 μ long. Akinetes single, ellipsoidal, rarely oval, 12.5—19.4 μ in diameter, 35.8—51.6 μ long, formed on one side of the heterocyst only, outer wall with pointed spines, 3.2—4.5 μ long.

Attached to blades of grass in a puddle at Devarayi, Mysore State.

Collected on 15th November 1951.

Type preserved in the personal collection of the senior author (No. M. 12).

Planta mollis, mucilaginosa, caeruleo-viridis. Trichomata singula, recta, raro curvata; cellulae terminales apicibus rotundatis ornatae. Cellulae cylindricae, constrictae ad septa, usque bis longiores quam latae, 5.8—7.5 μ diam., 6.4—12.3 μ longae. Heterocysta singula, intercalaria, cylindrica, 5.2—7.3 μ diam., 9.6—14.8 μ longa. Akinetes singuli, ellipsoidei, raro ovati, 12.5—19.4 μ diam., 35.8—51.6 μ longi, efformati at unum tantum latius heterocysti, pariete externo ornato spinulis acutis, 3.2—4.5 μ longis.

Typus lectus in lacuna affixus laminis foliorum graminum ad Devarayi in Statu Mysore, die 14 mensis novembris anni 1951 a N. D. KAMAT et positus in herbario senioris auctoris sub nemero M. 12.

This species can only be compared with *Anabaena pseudovariabilis* WORONICH. (GEITLER 1932, p. 903) which also has oval akinetes with a spiny outer wall. In this species, however, the akinetes are formed singly and on one side of the heterocysts, while in *A. pseudovariabilis* the akinetes are in rows and are away from the heterocysts. The shape of the cells and heterocysts are also different in the two species.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors sincerely thank Rev. Dr. H. SANTAPAU for the Latin diagnoses of the new species.

REFERENCES

- GEITLER, L., - 1932 - Cyanophyceae. In L. Rabenhorst's Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bd. 14.
 SKUJA, H. - 1949 - Zur Süßwasseralgenflora Burmas. Upsala.



Figs. 1 and 2. *Anabaena alatospora* sp. nov.

Fig. 3. *Anabaena mysorensis* sp. nov.

All figs. x 850

Faune rhizopodique du plateau de Kundulungu (Congo Belge) avec considérations concernant la répartition géographique des Rhizopodes

par

P. VAN OYE (Gand)

SOMMAIRE

1. Introduction
2. Données concernant le matériel récolté
3. Liste des Rhizopodes testacés trouvés
4. Observations au sujet des espèces trouvées
5. Conclusions générales
6. Résumé
7. Bibliographie

INTRODUCTION

En novembre 1956 Monsieur BUISSET, Ministre du Congo-belge et du Ruanda Urundi a bien voulu me charger d'une mission qui avait pour but d'étudier les microorganismes, en premier lieu les Rhizopodes testacés et les Desmidiées, afin de trouver – si possible – l'explication des grandes divergences qui existent entre la faune et la flore microscopiques de l'est et de l'ouest de l'Afrique équatoriale.

L'examen du matériel que mon fils, le docteur EUGENE VAN OYE, m'avait envoyé, ainsi que du matériel que monsieur le Professeur J. J. SYMOENS m'avait procuré, m'avait montré la grande divergence entre la faune rhizopodique ainsi que de la flore desmidiée de l'est et de l'ouest du Congo belge.

Cette différence d'un côté, et la concordance de la faune de l'est avec la faune des altitudes du Vénézuéla, de Sumatra, de Java et la de

Nouvelle Zélande d'un autre côté, m'avaient amené à établir une théorie au sujet de la dispersion géographique des Protistes.

C'est surtout la concordance qui a formé le point de départ de ma théorie sur la dispersion géographique des Rhizopodes testacés.

A la suite de cette théorie, il s'agissait pour moi de trouver du Sphagnum à une altitude d'au moins 1500 m à l'est du Congo belge et en l'occurrence, à l'est d'Elisabethville.

Arrivé à Elisabethville, où je devais assister à la séance d'ouverture de l'université officielle du Congo belge et du Ruanda Urundi en ma qualité de vice-président du conseil d'administration de cette université, j'étais convaincu que, si aux environs d'Elisabethville je pouvais trouver l'affirmation de ma façon de voir, c'était dans la plaine de Kundulungu que je devais récolter du matériel.

En compagnie du Dr. DE BONT, qui a été pour moi un excellent guide et qui a mis à ma disposition sa connaissance approfondie de la région, j'ai pu visiter ce plateau.

Que Monsieur DE BONT veuille bien recevoir tous mes remerciements pour son aide précieuse.

DONNÉES CONCERNANT LE MATÉRIEL RÉCOLTÉ

Le matériel dont il y a question dans la présente étude, a été récolté au plateau de Kundulungu le 15 et 16 novembre 1956. Le plateau de Kundulungu est situé à environ 150 km au nord d'Elisabethville. On y trouve un gîte d'étape de l'Automobile Club et les ruines des habitations de la Section d'études et de recherches antimalariennes (Seram.).

MATÉRIEL EXAMINÉ

Le matériel qui a fait l'objet de notre étude, se composait de 8 flacons contenant les prélèvements suivants:

- 25) Rivière Lofoi à \pm 1700 m d'altitude en face du gîte d'étape de l'Automobile Club.
Température 18°5 C, pH 5,1
- 25bis) petite flaque d'eau en face des anciens bâtiments de la S.E.R.A.M.
pH 5,4
- 26—27) Petite flaque d'eau avec sphagnum à environ 200 m de l'endroit n° 2.
Température 19°1 pH 5,1
- 28—29) Rivière Makula
Température 17°2 pH 4,9 \rightarrow 5

- 30) Petit champ de Sphagnum
 30bis) Sphagnum du même endroit que le n° 30.

ESPÈCES TROUVÉES

N devant le nom d'une espèce veut dire qu'elle est nouvelle pour le Congo belge.

Genre Arcella

1. *Arcella hemispherica* PERTY
 N 2. „ *papyracea* PLAYFAIR
 3. *vulgaris* EHRENBURG

Genre Diffugia

- N 1. *Diffugia oblonga* EHRENBURG
 N 2. „ „ „ var. *compressa* LEIDY

Genre Lesquereusia

- N 1. *Lesquereusia spiralis* (EHRENBURG) BÜTSCHLI
 N 2. „ „ var. *Decloîtrei* n. var.

Genre Centropyxis

1. *Centropyxis aculeata* EHRENBURG
 2. „ „ var. *oblonga* DEFLANDRE
 3. „ *pyriformis* VAN OYE
 N 4. „ *cassis* (WALLICH) DEFLANDRE
 N 5. „ *constricta* (EHRENBURG) PENARD

Genre Cyclopyxis

- N 1. *Cyclopyxis eurystoma* DEFLANDRE

Genre Quadrulella

- N 1. *Quadrulella debonti* n. sp.

Genre Nebela

- N 1. *Nebela acuminata* n. sp.
 N 2. „ *grisolea* PENARD
 N 3. „ *kundulungui* n. sp.
 4. „ *militaris* PENARD
 N 5. „ *penardiana* DEFLANDRE
 N 6. „ *sphagnophila* (STEINECKE) VAN OYE
 N 7. „ *tubulata* BROWN var. *magna* n. var.
 8. „ *vas* CERTES

Genre *Hyalosphenia*

N 1. *Hyalosphenia cuneata* STEIN

N 2. „ *minuta* CASH

Genre *Euglypha*

1. *Euglypha ciliata* EHRENBERG

2. „ *laevis* (EHRENBERG) PERTY

3. „ *compressa* CARTER var. *glabra* CASH

4. „ *cristata* LEIDY

Genre *Tracheleuglypha*

N 1. *Tracheleuglypha elongata* n. sp.

Genre *Assulina*

1. *Assulina muscorum* GREEFF

Genre *Trinema*

1. *Trinema enchelys* EHRENBERG

2. „ *lineare* PENARD

Ce qui fait 32 espèces et variétés, dont 17 nouvelles pour le Congo-belge.

Genre *Arcella*

Du genre *Arcella*, dont on connaît à peu près 80 espèces et variétés, il n'y a que 18 espèces et variétés connues du Congo belge. Il faut cependant faire remarquer ici que le nombre d'études faites au Congo belge au sujet de ces organismes est encore très petit. Seul H. KUFFERATH et moi-même se sont occupés des Rhizopodes de ce territoire.

Jusqu'à présent les espèces et variétés de ce genre semblent plus abondantes dans le bas Congo que sur les parties élevées de l'est.

Sur le plateau de Kundulungu nous n'avons trouvé que trois espèces dont deux sont précisément des espèces connues comme cosmopolites et ubiquistes: *Arcella hemisphaerica* PERTY et *Arcella vulgaris* EHRENBERG. La troisième, *Arcella papyracea* PLAYFAIR est nouvelle pour le Congo belge.

Ceci porte le nombre d'espèces et de variétés connues de ce territoire à 19.

DECLOÏTRE et THOMAS ont trouvé des espèces d'*Arcella* en Afrique. Le premier en Afrique occidentale française, le second au Tibesti.

***Arcella hemisphaerica* Perty (Fig. 1.)**

Habitat n° 26

Dimensions: Diam. $45\ \mu$ Haut. $34\ \mu$

Les espèces du genre *Arcella* ne sont pas très communes au Congo, elles sont au contraire assez rares.

D'un autre côté, les *Arcella*, tout en étant assez rares, se rencontrent presque dans toutes les contrées dont on a examiné la faune rhizopodique.

J'ai observé l'*Arcella hemisphaerica* dans différents endroits en 1927 à Eala, ainsi qu'en 1948.

KUFFERATH l'a trouvée en 1932 sur des écorces (voir VAN OYE 1948).

En général, les espèces et variétés de ce genre se rencontrent en plus grandes quantités dans la partie peu élevée, c.à.d. toute la partie occidentale et le moyen Congo.

Espèce ubiquiste et cosmopolite. .

***Arcella papyracea* Playfair (Fig. 2).**

Habitat: 26, 30

Dimensions:	Diam.	Diam. bouche	D/Db
	$70\ \mu$	$28\ \mu$	2,5
	$60\ \mu$	$20\ \mu$	3

En 1931 j'ai trouvé cette espèce dans du matériel de l'Afrique du Sud. A ce moment elle n'était connue que de l'Australie.

DECLOÏTRE l'a rencontrée en Afrique occidentale française.

Le fait de trouver cette espèce sur le plateau de Kundulungu indique qu'elle est assez bien répandue en Afrique.

Les dimensions indiquées par DECLOÏTRE correspondent bien avec celles que j'ai trouvées moi-même.

En résumé, nous trouvons les dimensions suivantes dans la littérature:

	diam.	pseudost.	
DECLOÏTRE	$70-80\ \mu$	$16-25\ \mu$	
PLAYFAIR	$60-80\ \mu$	$20-30\ \mu$	
VAN OYE	$85\ \mu$	$30\ \mu$	Afrique du Sud
VAN OYE	$70\ \mu$	$28\ \mu$	
	$60\ \mu$	$20\ \mu$	

Comme on peut le voir, ces dimensions se rapprochent fortement.

DECLOÏTRE considère cette espèce comme rare en Afrique. Je n'ose pas encore m'exprimer d'une façon aussi nette, mais dans tous les cas où elle a été trouvée, on n'a rencontré que peu d'exemplaires.

***Arcella vulgaris* Ehrenberg**

Habitat: 26

Dimensions:	Diam.	Diam. bouche	D/Db.
	116 μ	30 μ	38,66
	102 μ	30 μ	34

De toutes les espèces du genre *Arcella* c'est la plus commune et la plus ubiquiste au Congo belge. Elle est cosmopolite et ubiquiste (voir VAN OYE 1948).

Elle se rencontre cependant en plus grand nombre et dans les biotopes les plus divers dans le bas Congo, qu'aux altitudes.

Jusqu'à présent nous devons admettre que cette distribution est spéciale au Congo belge. Aucun auteur n'en fait mention pour une autre contrée tropicale ou autre.

DECLOÎTRE la considère comme peu commune en Afrique et je crois que cet auteur a entièrement raison en ce qui concerne cette espèce. Il faut remarquer que c'est une des espèces les plus communes de l'Indonésie, où, pour autant que le peu de données dont nous disposons permettent de conclure, elle semble également plus commune dans les parties de faible altitude.

En ce qui concerne le Congo belge, je renvoie le lecteur à ce que j'ai dit en 1948 (Exploration du Parc National Albert. Rhizopodes.) Il faut cependant tenir compte des nouvelles conceptions basées sur les données recueillies depuis l'apparition de ce travail.

Il est à remarquer que jusqu'à présent elle n'a pas encore été trouvée en Nouvelle Zélande (VAN OYE 1956) tandis qu'on la connaît d'Australie.

Genre *Diffugia*

Ce qui est vrai pour le genre *Arcella*, l'est d'une façon plus prononcée encore pour les espèces et variétés du genre *Diffugia*.

Le nombre d'espèces et variétés connues de ce genre est de 148 environ, mais jusqu'à présent il n'y a que 16 espèces et variétés connues du Congo belge.

Sur le plateau de Kundulungu je n'ai trouvé qu'une espèce et une variété de celle-ci

Chose étonnante, l'espèce et sa variété trouvées sont nouvelles pour le Congo belge, alors que la plaine congolaise est mieux examinée que la partie montagneuse de l'est du Congo et qu'elle est une des espèces les plus cosmopolites des Rhizopodes testacés.

Comme je le fais remarquer en parlant de l'espèce, la question se pose si nous avons réellement affaire à une seule espèce.

Mme L. GAUTHIER-LIÈVRE et R. THOMAS viennent de publier un travail sur „Les genres *Diffugia*, *Pentagonia*, *Maghrebia* et *Hoogenraadia* en Afrique”. Ce travail présente le genre *Diffugia* de l'Afri-

que sous un nouveau jour qui changera de beaucoup la façon de considérer ces formes dans ces régions.

Ces auteurs classent les espèces du genre *Diffugia* en 10 sections et en prévoient même une onzième: 1. Lobées; 2. Colletées; 3. Comprimées; 4. Urceolées; 5. Globuleuses; 6. Ovoïdes globuleuses; 7. Allongées; 8. Acutangulaires; 9. Corniculées; 10. Piriformes.

Plus important est le fait que ces auteurs mentionnent 67 espèces de *Diffugia* sans compter les variétés et formes.

Le matériel examiné provenait des contrées suivantes: Algérie, Tunisie, Maroc, Hoggar, Tasséli, Sénégal, Soudan, Mauritanie, Tchad, Tibesti, Logone, Chari, Guinée et Moyen Congo, c.à.d. toute la partie nord-est de l'Afrique, au-dessus de l'équateur. Ajoutons encore qu'un petit nombre d'échantillons provenaient du Kivu et du Ruwenzori, et que Madame GAUTHIER-LIÈVRE elle-même explore depuis 35 ans une grande partie du continent africain.

Nous nous trouvons donc ici devant une oeuvre de la plus haute importance pour la connaissance de la systématique, la dispersion et, dans beaucoup de cas, l'écologie des espèces trouvées du genre *Diffugia*.

Il est naturel que ce travail aura une répercussion des plus importantes sur l'étude des *Diffugia* du Congo belge.

***Diffugia oblonga* Ehrenberg (Fig. 3—4).**

Habitat: 28

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	190 μ	100 μ	45 μ	1,9
	200 μ	105 μ	45 μ	1,9

Diffugia oblonga EHRENBURG n'était pas représentée en grand nombre d'exemplaires dans le matériel du plateau de Kundulungu. Quoique déjà 16 espèces du genre *Diffugia* sont mentionnées du Congo belge, c'est la première fois que l'espèce *oblonga* y a été trouvée. Or, cette espèce est une des moins rares de ce genre. Elle est aussi une forme dont les mensurations citées dans la littérature sont très variables.

LEIDY admet une longueur de 60 à 580 μ et une largeur de 40 à 240 μ , tandis que d'après cet auteur la bouche varie de 16 à 120 μ .

HOOGENRAAD et DE GROOT disent que la longueur peut atteindre 800 μ . Rien que ces mensurations prouvent que cette forme n'est pas bien définie.

On distingue plusieurs variétés, mais HOOGENRAAD et DE GROOT croient n'avoir affaire qu'à une espèce.

Nous n'avons pas assez de données précises pour examiner cette question ici, le fait que nous séparons déjà la variété *compressa*

LEIDY de l'espèce, montre que nous ne partageons pas l'avis de ces auteurs.

Diffugia oblonga EHRENBURG est une espèce considérée comme ubiquiste et cosmopolite. Aussi longtemps que l'espèce et les variétés ne sont pas nettement délimitées, il n'est pas possible de dire jusqu'à point il faut admettre que cette espèce est cosmopolite et ubiquiste.

Ici se pose la question des „formes” (variétés ou races) géographiques. Il n'est pas possible d'examiner cette question d'après la littérature, mais maintenant que nous savons que des formes géographiques existent pour certaines espèces de Rhizopodes, nous devons admettre que *D. oblonga* EHRENBURG en présentent envisageant que d'après la littérature, la longueur peut varier de 60 à 800 μ et la largeur de 40 à 240 μ .

La question se pose maintenant comment on peut distinguer les différentes formes géographiques et, le cas échéant, le gradient évolutif.

Dans le travail cité plus haut, Mme GAUTHIER-LIÈVRE et R. THOMAS donnent comme longueur 290 à 450 μ pour les exemplaires de leur matériel.

Ces auteurs parlent de hauteur, mais il ne m'est plus possible d'adapter la nomenclature du présent travail à leur façon de voir. Pour cette raison, je transpose leur nomenclature à celle employée jusqu'à présent par tous les auteurs.

GAUTHIER-LIÈVRE & THOMAS citent sept variétés observées dans leur matériel.

Quant à l'espèce, ces auteurs la considèrent comme „certainement cosmopolite”.

Après ce que nous avons dit plus haut, il est intéressant de faire remarquer que GAUTHIER-LIÈVRE & THOMAS mentionnent les variétés suivantes:

tenuis PENARD Long. 46—50 μ larg. 27—30 μ pseudost. 8 μ

parva THOMAS Long. 165—210 μ

lacustris PENARD Long. 170—283 μ larg. 70—99 μ pseud. 32—38 μ

venusta PENARD Long. 170 μ larg. 70—72 μ pseud. 28 μ

microclaviformis KONROV Long. 190—215 μ larg. 75—95 μ pseud. 18—25 μ

incondita GAUTHIER-LIÈVRE & THOMAS Long. 195—245 μ larg. 80—83 μ pseud. 35—40 μ

longicollis GASSOWSKY Long. 422—476 μ larg. 172—179 μ pseud. 50—60 μ

Comme on peut l'observer, la variété *compressa* LEIDY, que nous avons trouvé dans le matériel du plateau de Kundulungu, ne figure pas dans la liste des variétés observées par GAUTHIER-LIÈVRE & THOMAS. Toutes ces données soulignent les remarques que j'ai faites en parlant du Genre *Diffugia* en rapport avec le Congo belge.

Difflugia oblonga Ehrenberg var. compressa Leidy (Fig. 5).

Habitat: 28

Dimensions: L: 250 μ l: 215 μ B: 60 μ L/l: 1.16

Cette variété n'est pas souvent citée dans la littérature. Elle est connue avec certitude de la Hollande et de l'Amérique du Nord. Les autres mentions de cette espèce sont à vérifier.

La figure 14 de la planche 12 de LEIDY 1879 représente certainement la variété *compressa* telle qu'elle doit être conçue.

Dans tous les cas, elle est rare sur le plateau de Kundulungu.

C'est la seule conclusion que nous puissions tirer ici, car la forme n'est pas assez bien définie et il est certain que beaucoup d'auteurs l'ont assimilée avec l'espèce.

En fin de compte, il est très probable qu'elle soit à considérer comme une espèce propre et non comme une variété de l'espèce *oblonga*. Comme je n'ai pas l'occasion d'examiner cette question pour le moment, je mentionne cette forme comme var. d'*oblonga* afin de ne pas embrouiller davantage la littérature se rapportant à *Difflugia oblonga* EHRENBURG et la forme que LEIDY a décrite comme variété *compressa* de cette dernière.

Il faut tenir compte ici de ce que j'ai dit plus haut concernant le genre *Difflugia* au Congo belge et l'espèce *oblonga*. Comme il est dit, nous considérons celle-ci provisoirement comme variété, suivant en cela les différents auteurs. Nous rappelons aussi tout ce qui a été dit plus haut concernant le genre *Difflugia* et l'espèce *oblonga*.

Genre *Lesquereusia*

Concernant le genre *Lesquereusia* dans son ensemble, nous ne pouvons encore rien dire de sa distribution géographique au Congo belge.

Jusqu'à présent, deux espèces seulement, *Lesquereusia modesta* RUMBLER et *Lesquereusia spiralis* (EHRENBURG) BÜTSCHLI, ont été trouvées au Congo belge, ainsi qu'une nouvelle variété de *L. spiralis* décrite ici et que je nomme *Decloîtrei* en honneur de Monsieur L. DECLOÎTRE, qui a fait de si beaux travaux sur les Rhizopodes testacés de l'Afrique occidentale française.

Le seul point sur lequel nous pouvons attirer l'attention est que tous les exemplaires d'espèces que j'ai rencontré de ce genre au Congo belge ont été trouvés à des altitudes dépassant 1500 m et que jamais un seul représentant n'en a été trouvé dans la plaine congolaise, laquelle cependant – en ce qui concerne les Rhizopodes testacés – a fait l'objet d'études plus approfondies que les régions plus élevées.

Du genre *Lesquereusia*, les deux espèces *modesta* et *spiralis* sont

les plus répandues et doivent être considérées comme cosmopolites. Nous devons cependant faire toutes les réserves quant à l'interprétation de ce cosmopolitisme. Il ressort de plus en plus des études plus approfondies, faites ces dernières années sur les Rhizopodes testacés, que tout cosmopolitisme n'est que relatif. Pour beaucoup d'espèces, il faudra tenir compte de formes géographiques.

Lesquereusia spiralis (Ehrenberg) Bütschli (Fig 6—7).

Echantillons: 27, 30

Dimensions:	L.	l.	B.	C.	L/l
	95 μ	80 μ	29 μ	10 μ	1,18
	110 μ	90 μ	30 μ		1,22
	130 μ	110 μ	33 μ		1,18
	105 μ	83 μ	28 μ		1,14
	102 μ	80 μ	28 μ	8 μ	1,27
	105 μ	87 μ	25 μ		1,20
	108	88	28,3		1,20

Les exemplaires trouvés sur le plateau de Kundulungu étaient, quant au facies général, identiques à ceux trouvés dans d'autres pays.

Mais nous ne pouvons rien dire quant aux dimensions, les différents auteurs ne donnant jamais leurs mensurations par exemplaire mesuré.

DECLOÎTRE dit: „cette espèce est commune en Afrique”. Je crois qu'il faut spécifier davantage. Je n'oserais pas la nommer commune au Congo belge. Je n'ai rencontré jusqu'ici en Afrique centrale que *L. modesta* RUMBLER et maintenant l'espèce *L. spiralis* — jusqu'à présent cependant uniquement sur le plateau de Kundulungu.

Les exemplaires sont très typiques et n'offrent aucune difficulté à la détermination. Cependant, il ne sont jamais absolument conformes à la description. Avons-nous affaire à des „races” locales ou à des variations purement oecologiques?

L'avenir nous l'apprendra. Il serait prématuré de vouloir élucider cette question pour le moment, vu le petit nombre de données dont nous disposons à ce jour.

Il faut cependant attirer l'attention sur le fait qu'à une exception près, tous les exemplaires provenaient du même échantillon n° 30 avec la nouvelle variété, et qu'il y a une assez grande différence entre les dimensions de l'espèce et de la variété.

	L. moyenne	l. moyenne	Ouv. bucc. moyenne	L/l moyenne
<i>L. spiralis</i>	108	88	28,3	1.20
<i>L. spir.</i> var. <i>Decloîtrei</i>	142.2	125	27	1.15

L'espèce *Lesquereusia spiralis* (EHRENBERG) BÜTSCHLI est la plus répandue de toutes les espèces et variétés du genre *Lesquereusia*.

Cinq variétés ont été décrites, dont une ci-dessous. Elles ont été trouvées dans des pays fort éloignés l'un de l'autre et chaque variété n'a été rencontrée que par un seul auteur et dans un seul pays.

Tout ceci nous prouve bien que les conclusions qui ressortent de l'étude des différentes espèces les plus communes de n'importe quel genre, doivent être considérées comme générales.

Il faut en conclure que, dès que nous serons fixés sur les caractères objectifs et surtout sur les différences, qui peuvent être exprimées en chiffres, il sera possible de considérer certaines formes comme locales et les autres comme des formes évolutives suivant un gradient géographique.

THOMAS mentionne *Lesquereusia modesta* RHUMBLER du Tibesti et DECLOÎTRE de l'Afrique occidentale française.

Jusqu'à présent, seule l'espèce *L. modesta* RHUMBLER était connue du Congo belge d'une altitude de 2.226 m (VAN OYE 1948).

THOMAS est d'avis que *Lesquereusia modesta* est certainement aussi cosmopolite que *L. spiralis*.

***Lesquereusia spiralis* (Ehrenberg) Bütschli var. *Decloîtrei* n. var. (Fig. 8—16).**

Echantillons: 26, 30.

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l	
	155 μ	120 μ	30 μ	1,04	(éch. 26)
	155 μ	135 μ	30 μ	1,14	
	100 μ	80 μ	23 μ	1,25	
	160 μ	145 μ	30 μ	1,1	
	140 μ	115 μ	25 μ	1,21	
	155 μ	130 μ	30 μ	1,16	
	160 μ	136 μ	35 μ	1,18	
	110 μ	93 μ	25 μ	1,18	
	145 μ	132 μ	34 μ	1,1	
	142,5	125	27	1,15	

La nouvelle variété, qui doit être rattachée à l'espèce *L. spiralis*, à cause de la structure de sa coque, se distingue de l'espèce par la présence d'une pointe terminale au fond de la coque. Cette pointe est très visible, elle forme par sa structure identique à celle de la coque, une partie intégrale de celle-ci. D'autre part, la coque se distingue aussi de celle de l'espèce par son allure générale plus bombée, en panse. On peut la comparer à une cornemuse. Cette caractéristique n'est cependant pas absolue, comme le montre une des figures qui se rapproche très fortement de la forme générale régulière très connue

de *L. spiralis*. Mais la forme en cornemuse prédomine cependant fortement.

Les dimensions varient de: L. 100—160 μ : l. 80—145 μ .

L'ouverture du pseudostome varie de 25 à 35 μ .

Tous les exemplaires trouvés proviennent de l'échantillon n° 30, à l'exception du premier qui a été trouvé dans l'échantillon 26. Les différents auteurs font la distinction entre *L. spiralis* et *modesta* d'après la structure de la coque, qui est composée de plaquettes vermiformes chez *spiralis* et de grains de quartz irréguliers chez *modesta*.

Quand j'ai rencontré pour la première fois cette forme dans le matériel de la plaine de Kundulungu, je croyais avoir affaire à une nouvelle espèce. PLAYFAIR a décrit une var. *caudata* qu'il rapporte à l'espèce *L. spiralis* EHRENBURG, alors qu'il avait affaire à une variété de *L. modesta*, comme le prouvent sa figure et le texte („Test composed always of rough flints . . .”). Comme il n'y a aucun doute que la structure de la coque de tous les exemplaires que j'ai rencontrés dans la plaine de Kundulungu avaient une structure de *L. spiralis*, c'est bien à cette espèce que doit être rapportée la nouvelle variété. En effet, nous ne pouvons pas considérer notre forme comme une espèce, mais uniquement comme une variété, la structure de la coque étant identique à celle de *L. spiralis* et les caractéristiques distinctives n'étant pas assez spécifiques pour en faire une espèce propre. Quant à la variété *caudata* de PLAYFAIR, celle-ci doit être rapportée à l'espèce *modesta* de RHUMBLER.

Dès lors nous devons distinguer:

L. modesta RHUMBLER var. *caudata* (PLAYFAIR) VAN OYE et *L. spiralis* (EHRENBURG) BÜTSCHLI var. *Decloîtrei* VAN OYE. La question de savoir à quel auteur il faut attribuer les espèces *L. modesta* et *L. spiralis*, n'est pas élucidée avec certitude. Il est probable qu'il faudra accepter la solution que CASH a cru devoir donner à cette question et admettre: *L. spiralis* (EHRENBURG) BÜTSCHLI et *L. modesta* RHUMBLER, comme je l'ai fait plus haut.

En parlant de l'espèce *L. spiralis* (EHRENBURG) BÜTSCHLI, j'ai parlé des différences de dimensions qui existent entre l'espèce et la nouvelle variété.

Disons encore ici que la relation longueur-largeur est 1.20 en moyenne chez l'espèce, tandis qu'elle est 1.15 chez la variété, ce qui reproduit en chiffres notre observation que la coque de la variété est plus en forme de panse que celle de l'espèce.

En Afrique occidentale française, DECLOÎTRE a trouvé *L. spiralis* (EHRENBURG) BÜTSCHLI et une nouvelle variété de cette espèce, qu'il appelle *dentata*. Ensuite, *L. modesta* RHUMBLER et une variété *inaequalis* (PLAYFAIR) DECLOÎTRE, et enfin *L. epistomium* PENARD.

Genre *Centropyxis*

Du genre *Centropyxis*, qui comprend un soixantaine d'espèces, on connaît jusqu'à présent 22 espèces, y compris les 2 nouvelles pour le Congo belge du présent travail. Cela fait un peu plus du tiers des espèces décrites. Pour un territoire aussi vaste et avec des biotopes aussi variés que le Congo belge, cela nous permet de dire que beaucoup de milieux sont encore inexplorés et que ceux, dont on a pu examiner du matériel, ne le sont que d'une façon lacunaire.

Nous voyons d'ailleurs que des 5 espèces et variétés trouvées au plateau de Kundulungu, 2 sont nouvelles pour le Congo belge.

***Centropyxis aculeata* (Ehrenberg) Stein (Fig. 17).**

Habitat: 30

Dimensions: Diam. $85\ \mu$ Orif-bucc. $22\ \mu$ D/Db 3,86

En examinant les exemplaires de *Centropyxis aculeata* (EHRENBURG) STEIN que j'ai eu sous les yeux lors de l'étude du matériel des marais du sud-ouest d'Uvira (Hydrobiologia X, 99), je suis arrivé à la conclusion qu'il doit y avoir deux groupes distincts de *Centropyxis*: l'un à forme arrondie ou allongée à deux côtés parallèles, l'autre pyriforme et rétréci vers le pôle de la bouche.

Au fur et à mesure que mes études sur des Rhizopodes extra-européens avancent, je suis de plus en plus persuadé que l'espèce *aculeata* telle qu'elle est conçue par DEFLANDRE dans sa monographie du genre *Centropyxis*, ne peut être maintenue. Il faut la subdiviser. Il me semble que le critère pouvant être appliqué ici est la différence généralement très bien visible de la forme ronde ou à deux côtés parallèles en opposition à la forme à côtés convergeants.

En étudiant le matériel du plateau de Kundulungu j'ai appliqué cette façon de voir, mais, malheureusement, les espèces et les exemplaires de chaque espèce sont fort peu nombreux. Ceci m'a empêché de pousser l'étude morphologique d'une façon plus approfondie. Il est évident qu'un nombre bien plus grand d'exemplaires devrait être mesuré et examiné de différents points de vue.

Je crois que cela ne peut cependant pas être une raison de ne pas avancer, surtout que jusqu'à présent tout nous force à admettre que ce sera en se basant sur les résultats d'examens de beaucoup d'échantillons de différentes provenances et non sur un nombre limité d'échantillons riches en exemplaires des espèces du genre *Centropyxis*, qui devront être examinées d'une façon approfondie. C'est à dire que la seule méthode applicable pour le moment est d'avancer en notant tous les cas possibles et dans autant de matériel de provenance de biotopes aussi différents que possible, ainsi que d'autant de pays que possible.

Quant aux exemplaires que nous avons rencontrés et que nous

considérons comme appartenant à l'espèce *C. aculeata* s.str., ils étaient très rares.

D'après DECLOÎTRE *C. aculeata* est très commune en Afrique occidentale française.

Jusqu'à présent nous pouvons dire qu'elle est moins rare dans la plaine du Congo belge, c.à.d. le partie ouest, qu'aux altitudes de 1,500 μ et au delà de la partie est du territoire congolais belge.

Cette espèce est très rare sur le plateau de Kundulungu. D'après la littérature elle serait cosmopolite, mais il reste à voir si ce que les auteurs considèrent comme *C. aculeata* restera comme tel dans l'avenir. Je ne le crois pas.

Il faut faire remarquer que les dimensions de nos exemplaires sont plus petites que toutes celles données par les différents auteurs, EHRENBURG, LEIDY, PENARD, CASH, DEFLANDRE, JUNG, ainsi que HOOGENRAAD et DE GROOT.

Seul DECLOÎTRE (1953) donne un diamètre plus petit, notamment de 77 à 170 μ et pour le pseudostome 40 à 70. Pour l'exemplaire que nous avons mesuré, nous avons une relation, diamètre de la coque au diamètre de la bouche de 3,86. Ce qui est énorme.

Centropyxis aculeata Ehrenberg var. oblonga Deflandre (Fig. 18).

Habitat: n° 30

Dimensions: L 85 μ l 65 μ B 32 μ L/l 1,30 L/B 2,65

La variété *oblonga* DEFLANDRE de *Centropyxis aculeata* était tout aussi rare dans le matériel du haut plateau de Kundulungu que l'espèce.

Elle était déjà connue du Congo belge (VAN OYE, 1948). DECLOÎTRE l'a rencontrée en Afrique occidentale française. Par exception DECLOÎTRE ne donne pas de dimensions.

D'autre part, les exemplaires que j'ai rencontrés dans le matériel de J. LEBRUN présentaient des dimensions plus grandes. KUFFERATH a décrit une forme *minima*, je ne pense pas avoir affaire à cette forme.

Centropyxis pyriformis van Oye (Fig. 19—20).

Habitat: 27, 30, 30'

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l.	L/B
	80	70	35	1,14	2,28
	75	70	30	1,07	2,5
	77	66		1,16	
	90	78	33	1,15	2,72
	80,5	71		1,13	

Synonyme: *Centropyxis aculeata* auct. partim.

Cette espèce que j'ai séparée en 1958 (Rhizopodes du marais du sud-ouest d'Uvira, p. 99) n'a évidemment été trouvée jusqu'à présent qu'au Congo belge.

Il est à remarquer que les dimensions de la coque correspondent avec celles que j'avais observées. Seule la bouche est plus petite.

Le rapport longueur-largeur de l'exemplaire mesuré provenant des marais du sud-ouest d'Uvira, correspond très bien avec celui que nous avons trouvé pour les exemplaires du plateau de Kundulungu.

Centropyxis cassis (Wallich) Deflandre

Habitat: 30

Dimensions:	L.	l.	B	L/l
	72	62	25	1,16
	87	77	35	1,12

Malgré que DEFLANDRE dans sa monographie soit très prudent quant à la définition de cette espèce et la séparation comme espèce de cette forme de *Centropyxis aerophila*, je crois que les dimensions la sépare de toutes les autres espèces. La coque aplatie dorso-ventralement et plus fortement vers la bouche, la rattache au genre *Centropyxis*, mais comme le dit DEFLANDRE, la caractéristique de présenter une série de pierres plus grosses sur le bord de la bouche ne peut pas être considérée comme un caractère spécifique.

Je ne puis pas souscrire la phrase de DEFLANDRE quand il dit: „Ce caractère (bord de la bouche orné d'une série de pierres plus grosses, assez régulières et bien disposées) qui peut manquer à certains individus, se retrouve toujours dans une population.” La dernière partie ne se présente presque jamais dans le marais tourbeux du Congo belge. On trouve le plus souvent quelques pierres plus grosses autour de la bouche, mais presque toujours irrégulièrement disposées et presque jamais – j'incline même à dire: jamais – en série continue. Le plus souvent même le contour de la bouche est déformé à cause de l'irrégularité et des dimensions des pierres qu'on y rencontre.

Parfois on rencontre des exemplaires dont la coque est garnie par-ci par-là d'écailles frustules de diatomées. Ici encore nous sommes obligés d'être très réservé quant à l'identification.

Les nouvelles données concernant entre autres les formes tropicales, rendent toute identification très difficile, et surtout très discutable.

Centropyxis constricta (Ehrenberg) Penard (Fig. 21).

Habitat: 30'

Dimensions:	L.	118 μ	1.90 μ	B.	45 μ	L/l	1,31
-------------	----	-----------	------------	----	----------	-----	------

Espèce déjà mentionnée du Congo belge (VAN OYE 1948, p. 24).

Cette espèce était, tout comme les autres du genre *Centropyxis*, très rare dans le matériel du plateau de Kundulungu.

Comme le prouve le dessin, la partie postérieure présentait de nombreuses grosses pierres, tandis que la coque n'en avait que fort peu et que la structure de la coque-même était bien visible. Le bord de la bouche n'était pas complètement pourvu de pierres.

Genre *Cyclopyxis*

Beaucoup d'auteurs considèrent encore ce genre comme un sous-genre de *Centropyxis*. Ceci a pour conséquence qu'ils parlent uniquement de *Centropyxis*. Il en résulte pour le moment une confusion qui rend difficile de se rendre compte de l'écologie éventuelle propre de ce genre et de sa dispersion géographique, identique à ou différente du genre *Centropyxis* s.str.

Toutefois nous voyons que trois espèces de *Cyclopyxis* ont été trouvées jusqu'à présent au Congo belge. Notamment: *Cyclopyxis deflandrei* VAN OYE, Uvira 1958; *Cyclopyxis kahli* DEFLANDRE, Uvira VAN OYE 1958; et *Cycl. eurystoma* DEFLANDRE Kundulungu (ce travail).

Cyclopyxis eurystoma Deflandre (Fig. 22).

Echantillon: n° 28

Dimensions:	Diam.	Diam. b.	Haut.	Diam./Diam. b.
	60 μ	30 μ	50 μ	2.
	73 μ	32 μ		2.28

Ce n'est qu'avec hésitation que j'identifie la forme trouvée au plateau de Kundulungu avec *Cyclopyxis eurystoma*. Les différences ne me semblent cependant pas assez caractéristiques pour en faire une nouvelle espèce. D'autre part, les caractères spécifiques cités par DEFLANDRE correspondent presque tous.

Citons: la face ventrale circulaire, bouche circulaire à bord entier lisse et cela sur notre exemplaire, malgré la présence de rares pierres. Face dorsale se repliant vers la bouche en une courbe régulière pour former une face orale peu invaginée.

Enfin, les dimensions données par DEFLANDRE: diam. 60 à 66 μ , hauteur 49—52 μ , diamètre de la bouche: 32 à 34 μ . Nos exemplaires s'en écartent fort peu.

La présence de quelques petites pierres sur le pourtour de la bouche et sur la coque ne peut être considérée comme une caractéristique suffisante pour séparer cette forme de *Cyclopyxis eurostyma*, à moins qu'on ait affaire à un cas extrême de variation d'une nouvelle espèce.

Il faut cependant faire remarquer que j'ai eu l'occasion d'examiner et de mesurer deux exemplaires.

Genre *Quadrullella*

Depuis plusieurs années je pense qu'il faut séparer le sous-genre *Quadrullella* du genre *Nebela* (voir e.a. VAN OYE, 1958, p. 103).

Jusqu'à présent je ne me suis jamais exprimé d'une façon absolument définitive, parce que cette nouvelle conception me force à réviser les tableaux que j'ai dressés, d'un point de vue biogéographique, concernant la valeur de la relativité des genres dans une faune rhizopodique.

Maintenant que DEFLANDRE a émis d'une façon nette laissant aucun doute, l'opinion que le sous-genre *Quadrullella* doit être considéré comme un genre et non comme un sous-genre, je crois devoir définitivement et intégralement adopter cette façon de voir.

Au Congo belge *Quadrullella* est représenté par une espèce *Quadrullella acuminata* VAN OYE et une variété *Quadrullella symmetrica* (WALLICH) SCHULZE var. *kivuensis* VAN OYE, toutes deux décrites dans l'étude sur les Rhizopodes des marais du sud-ouest d'Uvira (1958).

Il semble que ce genre se rencontre surtout et même uniquement dans l'est du territoire congolais.

Je crois que des espèces de ce genre se rencontreront dans la partie ouest du Congo belge, car DECLOÏTRE a rencontré *Q. symmetrica* WALLICH, *Q. symmetrica* WALLICH var. *irregularis* PENARD, et *Q. tropica* WAILES, dans l'A.O.F.

Pour le moment nous ne pouvons pas soupçonner pourquoi le territoire congolais ferait exception, mais aussi longtemps que nos connaissances sur la faune rhizopodique de l'Afrique centrale sont si lacunaires, il faut être très réservé dans ses opinions.

Ce qui est certain pour le moment, est que des représentants du genre *Quadrullella* n'ont été trouvés qu'à des altitudes de 1500 m dans l'est au Congo belge.

Avec la nouvelle espèce décrite ici, nous avons donc pour le Congo belge les espèces suivantes:

Qu. acuminata VAN OYE, Uvira 1958.

symmetrica WALLICH var. *kivuensis* VAN OYE, Uvira 1958.

Debonti VAN OYE, Kundulungu 1959.

Mme GAUTHIER-LIÈVRE a trouvé 11 espèces, variétés et formes du genre *Quadrullella* dans la partie du continent africain qu'elle a examinée.

Nous pouvons en conclure que des recherches ultérieures permettront de mentionner la présence d'un plus grand nombre de formes du genre *Quadrullella* au Congo belge.

Il est à remarquer que les trois formes trouvées jusqu'à présent au Congo belge sont nouvelles pour la science.

Mme GAUTHIER-LIÈVRE a trouvé 6 nouvelles formes sur les 11 qu'elle rencontra en Afrique.

Quadrulella Debonti n.sp. (Fig. 23—25).

Echantillons: n° 26, 30, 30'.

Dimensions:	L.	l.	B.	C.	L/l
	115 μ	50 μ	24 μ	50 μ	2,3
	110 μ	50 μ	23 μ		2,2
	110 μ	48 μ	20 μ		2,29
	102 μ	50 μ	22 μ	45 μ	2,04
	111 μ	53 μ	27 μ		2,09
	109,3 μ	50,2 μ	23,2 μ		2,18

En décrivant l'espèce *Q. lageniformis* en 1948, j'ai dit: „Cette *Quadrulella* par sa forme rappelle en tous points celle de *Nebela lageniformis*” et c'est bien la caractéristique la plus frappante des exemplaires que j'ai rencontrés au plateau de Kundulungu.

Il y a cependant des différences assez nettes qui distinguent avec certitude les formes trouvées à Kundulungu et à Java. Entre autres les dimensions, la longueur allant de 170 à 192 μ pour les exemplaires de Java et de 102 à 115 μ pour ceux de Kundulungu; en moyenne 187.2 μ pour Java et 109.3 μ pour le Congo; la largeur allant de 85 à 115 μ pour les exemplaires de Java et de 48 à 53 μ pour ceux de Kundulungu, la moyenne étant de 99 μ pour Java et 50,2 μ pour Kundulungu.

La relation de la largeur à la longueur est de 1,67 à 2 pour les exemplaires de Java et de 2,04 et 2,3 pour ceux de Kundulungu. En moyenne 1,87 pour Java et 2,18 pour Kundulungu. Les dimensions, les moyennes et les rapports de la largeur à la longueur sont trop différents pour considérer les deux formes comme identiques.

D'autre part, l'espèce que j'ai rencontrée à Kundulungu ne présentait pas de plaquettes entre les squammes typiques de la structure du corps des *Quadrulella*'s. Il en résulte que nous pouvons formuler la description de cette forme comme suit: coque lageniforme typique. Structure de la coque présentant des squammes comme chez toutes les espèces du genre *Quadrulella*, squammes en rangées horizontales, relativement grandes, pas de squammelles ou plaquettes entre les squammes.

Longueur variant de 102 à 115 μ , largeur de 48 à 53 μ . La moyenne de la longueur est de 109,3, celle de la largeur 50,2.

Le rapport de la largeur à la longueur varie de 2,04 à 2,3, en moyenne 2,18. Bouche bordée d'une série de plaquettes un peu plus petites que celles recouvrant le corps, sans bourrelet ni renforcement.

Je dédie cette espèce à Monsieur le Docteur DE BONT qui m'a aidé sous tous les rapports dans mon travail sur place. Depuis M. DE BONT a été nommé professeur à l'université de Lovanium (Congo-belge). Il est à remarquer que le genre *Quadrulella* n'est représenté

au plateau de Kundulungu que par une seule espèce.

Presque tous les auteurs considèrent les espèces de *Quadrullella* comme appartenant au sous-genre *Quadrullella* du genre *Nebela*. La différence entre la structure de la coque des espèces de *Quadrullella* avec leurs plaquettes et la structure de la coque de *Nebela* avec leurs écailles, me semble trop importante pour parler ici d'un sous-genre. A mon avis il faut considérer le genre *Quadrullella* d'un côté et le genre *Nebela* de l'autre¹⁾.

Quadrullella lageniformis et *Quadrullella Debonti* se distinguent de *Quadrullella symmetrica* (WALLICH) var. *longicollis* par leur forme générale, qui est pour les deux premières espèces lageniforme, comme je l'ai exprimé dans le nom spécifique, et pyriforme chez *Quadrullella symmetrica* et sa variété. Au point de vue de la dispersion géographique, nous voyons que *Q. lageniforme* se rencontre à Java et au Vénézuéla, tandis que *Quadrullella Debonti* se rencontre dans l'est du Congo belge.

Genre *Nebela*

Le genre *Nebela* est le plus typique pour les faunes de la Neo-notogea.

Plusieurs espèces et variétés ne sont connues que des régions de la Neo-notogea d'autres sont le plus souvent rares ou relativement rares dans les régions de l'arctogea à l'exception de l'Afrique.

Ces faits sont bien explicables si l'on admet ma théorie de la dispersion géographique des Rhizopodes.

Le matériel de Kundulungu vient confirmer dans tous les détails ma façon de voir. Aussi bien au point de vue du nombre d'espèces que du nombre d'exemplaires, les résultats de l'examen du matériel de Kundulungu apporte une preuve nouvelle à ma théorie. (Voir les conclusions générales de ce travail).

En effet, des 98 espèces et variétés connues de ce genre, 8 ont été trouvées dans le matériel du plateau de Kundulungu et chaque fois en un assez grand nombre d'espèces.

Jusqu'à présent, 14 espèces ont été observées sur le territoire du Congo belge. Il est certain qu'à la suite de nouvelles recherches ce nombre augmentera comme les travaux de Mme GAUTHIER-LIÈVRE nous font prévoir. Cet auteur mentionne 38 espèces, variétés et formes du Genre *Nebela*, dont beaucoup sont nouvelles pour la science.

Après la séparation du sous-genre *Quadrullella* du genre *Nebela*, il est probable qu'il faudra séparer encore d'autres „groupes” et en faire de nouveaux genres, comme le suggère DEFLANDRE.

¹⁾ Voir G. DEFLANDRE & M. DEFLANDRE-RIGAUD „*Diffugia marina* BAILEY, une espèce oubliée, synonyme de *Nebela (Quadrullella) symmetrica* (WALLICH) Rhizopode testacé d'eau douce,” *Hydrobiologia* 1959, 12, 299-307.

***Nebela acuminata* n.sp.** (Fig. 26).

Echantillon: n° 30

Dimensions: L 140 μ ; l 140 μ ; B 18 μ ; L/l 3,5

La coque de la nouvelle espèce a la structure des *Nebelas* typiques, elle est allongée et le fond se termine en une pointe. La bouche est évasée sans être bordée de plaquettes spéciales.

La coque est légèrement aplatie.

Le faciès général suffit pour distinguer cette espèce de toutes les autres.

Habitat: sphagnum humide. Plateau de Kundulungu, Congo-belge. Altitude \pm 1700 m.

***Nebela griseola* Penard** (Fig. 27).

Habitat: n° 30

Dimensions: L 88 μ ; l 43 μ ; B 20 μ ; L/l 2,04

Cette espèce est rare en général.

Elle est nouvelle pour le Congo.

D'après DEFLANDRE elle est mentionnée d'Australie, d'Amerique du Nord, d'Irlande, d'Allemagne, de France.

Je crois que DEFLANDRE a entièrement raison quand il dit „elle a dû être absolument méconnue”.

***Nebela kundulungui* n.sp.** (Fig. 28).

Habitat: 30'

Dimensions: L 85 μ l 55 μ B 30 μ L/l 1,54 L/B 4,25

DEFLANDRE dans sa monographie du genre *Nebela* distingue trois espèces à cornes:

N. caudata LEIDY

N. spicata WAILES

N. columbiana WAILES.

Dans les marais de la haute Ngovi au sud-ouest d'Uvira, j'ai rencontré la forme typique de *N. caudata*.

Dans le matériel de Kundulungu je trouve une forme qui ne correspond pas complètement avec la description et la taille d'aucune des espèces admises par DEFLANDRE.

En effet les caractéristiques distinctives des trois sont:

<i>caudata</i> :	pseudostome tronqué droit un peu crénelé		
	L. sans cornes	larg.	Ps.
	76—90 μ	58—70 μ	

<i>spicata</i> :	pseudostome formée par des écailles, un peu crénelée		
	L. sans cornes	larg.	Ps.
	120—140 μ	100—120 μ	32—40 μ

columbiana: pseudostome elliptique avec marge irrégulière bordée de larges plaquettes

L. sans cornes	larg.	Ps.
174—210 μ	140—168 μ	50—65 μ

Kundulungui: 85 μ 55 μ 20 μ

Cornes:

caudata: 3—5 généralement 4 recourbées vers la base,

spicata: 8, les premières vers le milieu de la coque,

columbiana: 4—7 vers la base, irrégulièrement placées,

Kundulungui: 3 placées symétriquement au fond de la coque.

En considérant la taille, notre forme se rapporte à *caudata*. En considérant le pseudostome, elle se rapporte à *spicata* dont elle se distingue par ses cornes, ou à *columbiana*, dont elle se distingue certainement par la taille.

En considérant:

1° le pseudostome crénelé formé par des écailles

2° les 3 cornes symétriquement disposées et d'une façon très typique

3° la taille,

je crois devoir considérer cette forme comme nouvelle.

Diagnose: Coque incolore et transparente ovoïde allongée, à base arrondie, munie de trois cornes très longues, une au milieu de la base, les deux autres à droite et à gauche au tiers inférieurs.

Pseudostome plus ou moins le quart de la longueur (L/B 4,25) un peu crénelé, formé par de grosses écailles bien visibles. Longueur 85 μ ; largeur 55 μ ; pseudostome 20 μ ; relation longueur, largeur 1,54; longueur, bouche 4,25.

Habitat: Plateau de Kundulungu dans le sud-est du Congo belge à une altitude de 1500 à 1700 m.

Tableau dichotomique

1. Longueur de la coque sans cornes dépassant 150 μ , pseudostome bordé de larges plaquettes *Q. columbiana* WAILES

Longueur ne dépassant pas 150 μ :

2. Longueur dépassant 110 μ , largeur 100 μ et plus.

Cornes 8, les premières vers le milieu de la coque

Q. spicata WAILES

3. Longueur ne dépassant pas 100 μ , largeur ne dépassant pas 80 μ ; pseudostome sans écailles. *Q. caudata* LEIDY

4. Pseudostome environ $\frac{1}{4}$ de la longueur de la coque, avec une rangée d'écaillés bien visibles.

Cornes 3; une au milieu de la base

Q. Kundulungui n.sp.

Nebela militaris Penard (Fig. 29).

Habitat: n° 30

Dimensions: L. $71\ \mu$ l. $28\ \mu$ B $15\ \mu$ L/l 3,38

Espèce déjà mentionnée du Congo belge. Uvira. VAN OYE 1958. Elle est cosmopolite.

DECLOÎTRE ne l'a pas trouvée en Afrique occidentale française.

Mme GAUTHIER-LIÈVRE a trouvé cette espèce en Tunisie et au Congo belge (Massif du Kivu). Pour les exemplaires du Kivu, GAUTHIER-LIÈVRE donne comme dimensions 70×33 — $38\ \mu$ pseudost. 15 — $20\ \mu$ ce qui correspond très bien avec nos mensurations.

Nebela penardiana Deflandre (Fig. 30).

Habitat: n° 30

Dimensions: L. $135\ \mu$ l. $65\ \mu$ B $25\ \mu$ L/l 2,07

Cette espèce est considérée par DEFLANDRE (1936) comme probablement cosmopolite.

Elle est nouvelle pour le Congo belge. Comme la présente étude n'est encore que la seconde s'occupant de cette partie du Congo belge, nous ne pouvons pas encore nous exprimer quant au degré de rareté de cette espèce. Toujours est-il qu'elle était assez rare dans le matériel du Kundulungu.

Mme GAUTHIER-LIÈVRE l'a trouvée en Afrique du Nord et DECLOÎTRE au Dahomey.

Les dimensions mentionnées par GAUTHIER-LIÈVRE sont: 140 — 175×65 — $75\ \mu$ pseudost. 30 — $35\ \mu$. Il n'y a que le diamètre du pseudostome qui était plus petit chez nos exemplaires.

Toutes les autres dimensions citées par GAUTHIER-LIÈVRE se rangent dans les mêmes limites. Seuls les exemplaires de DECLOÎTRE étaient de dimensions plus petites: 78 — 92×41 — $52\ \mu$; pseud. 21 — $31\ \mu$.

Dans son travail: „Additions aux Nebela d'Afrique,” 1957 GAUTHIER-LIÈVRE cite cette espèce du Cameroun britannique L. $150\ \mu$ l. $68\ \mu$ pseud. $30\ \mu$. Cet auteur dit: „Cette espèce est probablement l'une des plus largement répandues en Afrique.” La rencontre de *N. penardiana* DEFLANDRE au plateau de Kundulungu corrobore avec les données de GAUTHIER-LIÈVRE.

Nebela sphagnophila (Steinecke) van Oye (Fig. 31).

Echantillon: n° 30

Dimensions: L $95\ \mu$ l $58\ \mu$ B $20\ \mu$ L/l 1,63

DEFLANDRE dit dans sa monographie en traitant *Nebela bohémica* TARANEK: „Il est de fait qu'entre *N. collaris* fig. 1, pl. V et *N. bohémica*, fig. 3 pl. VI, la distinction peut être assez aisément établie . . . mais comme ce sont là, ou à peu près, des individus extrêmes, cela ne suffit pas pour affirmer la valeur intrinsèque de chacune des deux espèces. Quant à en intercaler une troisième, *Nebela sphagnophila* (STEINECKE) VAN OYE, cela me paraît bien téméraire”.

Quand j'ai établi en 1933 l'espèce *sphagnophila*, j'ai bien séparé cette espèce de *N. collaris* (EHRENBERG) LEIDY.

Je n'ai pas comparé l'espèce *N. sphagnophila* avec *N. bohémica*, mais en rencontrant au Congo belge une forme en tous points identique à *Nebela sphagnophila*, je crois devoir maintenir jusqu'à preuve du contraire, mon opinion de 1933.

***Nebela tubulata* Brown var. *magna* n. var. (Fig. 32).**

Habitat: 30

Dimensions: L 110 μ 142 μ B 17 μ Col 50 μ ; L/l 2,61

Dans le matériel provenant des marais de la haute Ngovi au sud-ouest d'Uvira, j'ai rencontré *Nebela tubulata* BROWN.

La forme que j'ai trouvée dans le matériel de Kundulungu avait exactement le même facies mais de dimensions à peu près doubles.

	L.	l.	B.	L/l
<i>Nebela tubulata</i> Ngovi	58 μ	26 μ	11 μ	2,26
<i>Nebela tubulata</i> Kundulungu	110 μ	42 μ	17 μ	2,61
DEFLANDRE (Monographie)	55—74 μ	28—48 μ	10—15 μ	

La différence est trop grande pour assimiler notre forme avec *N. tubulata* BROWN. Nous pouvons la considérer, provisoirement du moins, comme une variété de *N. tubulata* BROWN, dont elle ne se distingue que par la taille.

Quant à l'espèce même, elle a été rencontrée par Mme GAUTHIER-LIÈVRE en Tunisie, au Kivu (Congo belge) et au Maroc, altitude \pm 3.350 m.

Dans tous ces cas, les dimensions citées par GAUTHIER-LIÈVRE sont de l'ordre des grandeurs mentionnées par DEFLANDRE.

***Nebela vas* Certes (Fig. 33—35).**

Echantillons: 30, 30'

Dimensions:	L	l	B	Col	L/l
	152 μ	70 μ	32 μ	55 μ	2,17
	170 μ	90 μ	30 μ	59 μ	1,88
	155 μ	88 μ	30 μ	50 μ	1,70

moyennes: 159 μ 83 μ 31 μ 54,6 1,91

La présence de *Nebela vas* CERTES nous indique que le plateau

de Kundulungu se rattache au point de vue biogéographique à la partie située plus vers le nord.

Les exemplaires de Kundulungu ressemblent en tout à ceux des marais de la haute Ngovi.

En effet, comparons les moyennes que nous avons trouvées pour la haute Ngovi avec celles du plateau de Kundulungu. Nous avons:

	L.	l.	B.	L/l
Haute Ngovi:	148 μ	78 μ	31 μ	1,86
Kundulungu:	159 μ	83 μ	31 μ	1,91

Si nous tirons l'attention sur le fait que dans les deux cas nous avons une moyenne basée sur 3 exemplaires, nous devons admettre que les résultats sont très proches.

Les moyennes des six exemplaires sont:

	L.	l.	B.	L/l
	153 μ	80 μ	31 μ	1,88

Je renvoie à ma publication sur les Rhizopodes des marais du sud-ouest d'Uvira (Hydrobiologia X, 1958)

Les nouvelles données corroborent en tout point mes conclusions p. 112 du travail cité.

Genre *Hyalosphenia*

Du genre *Hyalosphenia* 3 formes étaient connues du Congo belge. *Hyalosphenia minuta* CASH. Uvira. VAN OYE 1958, *Hyalosphenia Schoutedeni* VAN OYE 1927, et *H. Schoutedeni* VAN OYE var. *minor* (DECLOÎTRE) VAN OYE. Uvira. VAN OYE 1958.

Une nouvelle espèce s'y ajoute: *H. cuneata* STEIN.

DECLOÎTRE - Recherches sur les Rhizopodes Thécamoebiens de l'A.O.F., 1953, - n'a trouvé que trois formes:

Hyalosphenia minuta CASH
 „ *inconspicua* WEST, et
 „ *Schoutedeni* VAN OYE

Ce genre semble rare en Afrique tropicale.

Hyalosphenia cuneata Stein (Fig. 36).

Echantillon: 30'

Dimensions: L 60 μ ; l 10 μ ; B 20 μ ; L/l 1,05

De même que pour *Hyalosphenia minuta* CASH, l'exemplaire que j'identifie comme *Hyalosphenia cuneata* STEIN, diffère surtout en ce qui concerne les dessins de CASH, mais les différences me semblent trop minimes pour en faire une variété.

Avons-nous affaire à des races locales? L'avenir nous l'apprendra.

Espèce nouvelle pour le Congo belge.

Hyalosphenia minuta Cash (Fig. 37, 38).

Echantillon: 30

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	38 μ	27 μ	19 μ	1,40
	31 μ	31 μ	18 μ	1

Les exemplaires de cette espèce que j'ai rencontrés dans le matériel de Kundulungu sont identiques à ceux que j'ai trouvés dans le matériel des marais de la haute Ngovi. A cette occasion j'ai fait la remarque que ces exemplaires différaient des dessins que les différents auteurs en donnent.

Il est important de noter que c'est surtout la largeur qui est proportionnellement plus grande.

Les dimensions du matériel des marais de la haute Ngovi étaient L 30 μ ; l 28,9 μ ; B 17,3 μ L/l 1,15

Nous ne pouvons malheureusement pas calculer les moyennes des différents auteurs, mais DECLOÎTRE donne comme mensurations L. 30—37 μ ; largeur 19—24 μ , ce qui prouve que les exemplaires étaient plus allongés que les nôtres.

Genre Euglypha

Au plateau de Kundulungu j'ai rencontré 4 espèces du genre *Euglypha*; elles avaient déjà été rencontrées au Congo belge. Dans mon étude sur les „Rhizopodes du marais du sud-ouest d'Uvira", j'ai examiné les données que nous avons jusqu'à présent concernant les espèces du genre *Euglypha*.

DECLOÎTRE — „Matériaux pour une faune Rhizopodique d'A.O.F. Faune du Lac Taruna Sénégal" 1951 — fait la remarque que le nombre d'*Euglypha* est important. Cet auteur attire l'attention sur le fait que certaines stations, et il en cite 4, se sont montrées riches en espèces rencontrées et en nombre d'exemplaires rencontrés.

Je pense que jusqu'à présent au Congo-belge les biotopes propres pour les espèces d'*Euglypha* n'ont pas encore été examinés.

De plus en plus les faunes rhizopodiques du Congo belge et celles de l'Afrique française se rapprochent, au fur et à mesure que de part et d'autre les recherches sont poussées plus loin et que l'on attache plus d'importance aux biotopes des altitudes et aux autres facteurs écologiques.

Euglypha ciliata Ehrenberg (Fig. 39).

Echantillon: 30

Dimensions: L 50 μ ; l 30 μ ; B 25 μ ; L/l 1,99

Cette espèce a déjà été trouvée dans les marais de la haute Ngovi.

Je renvoie le lecteur à mon étude sur les Rhizopodes de cette région (Hydrobiologia X, 1958).

Euglypha laevis Ehrenberg (Fig. 40).

Echantillon: Sphagnum

Dimensions: L 40 μ ; 1 20 μ ; B 10 μ ; L/l 2

Espèce très répandue au Congo belge: VAN OYE 1927, KUFFERATH 1932, VAN OYE 1948 et 1958.

Je n'ai rien à ajouter pour le moment à ce que j'ai écrit en 1958 au sujet de cette espèce dans mon étude sur les Rhizopodes des marais du sud-ouest d'Uvira (Hydrobiologia, 1958, X).

Euglypha compressa Carter var. glabra Cash

Echantillon: Sphagnum

Dimensions: L 75 μ ; 1 43 μ ; B 18 μ ; L/l 1,74

Espèce déjà rencontrée au Congo.

L'espèce est cosmopolite, la forme glabre le semble également.

Euglypha cristata Leidy (Fig. 41).

Habitat: 30'

Dimensions:	L	1	B	L/l
	40 μ	11 μ		3,63
	38 μ	12 μ	8 μ	3,16

Les exemplaires que nous avons trouvés au plateau de Kundulungu correspondaient entièrement à la description d'*Euglypha cristata* LEIDY, mais ne présentaient dans un cas qu'une seule épine et dans l'autre deux.

Je crois cependant avoir affaire sans aucun doute à l'espèce.

Genre Assulina

Les espèces du genre *Assulina* semblent être toutes cosmopolites.

Au Congo belge 4 formes ont été rencontrées:

Assulina collaris KUFFERATH. KUFFERATH 1932

„ *minor* PENARD. KUFFERATH 1932

„ *muscorum* GREEFF. VAN OYE 1948 et 1958

„ *quadratum* VAN OYE. VAN OYE 1958.

Assulina muscorum Greeff

Habitat

Dimensions:	L	1	B	L/l
	52 μ	40 μ	25 μ	1,3
	42 μ	32 μ	10 μ	1,31

Cette espèce a déjà été mentionnée du Congo belge par VAN OYE dans une tourbière à Sphaignes au pied du volcan Mikeno au nord du lac Kivu à une altitude de 2.226 m.

L'*Assulina muscorum* GREEFF est assez rare dans le matériel du plateau de Kundulungu.

DECLOÎTRE a rencontré cette espèce à différentes reprises en Afrique occidentale française.

Espèce cosmopolite.

Genre *Tracheleuglypha*

Ce genre créé par DEFLANDRE n'a jamais fait l'objet de l'attention spéciale d'un auteur.

L'espèce typique *Tr. dentata* (MONIEZ) PENARD a été trouvée dans le matériel de LEBRUN à une altitude de 2.226 m et un pH 5,3 (VAN OYE 1948).

Tracheleuglypha elongata n.sp. (Fig. 42).

Echantillon: 30'

Dimensions: L 50 μ ; 1 22 μ ; L/l 2,27

En 1928 DEFLANDRE créa un nouveau genre pour *Sphenoderia* ou *Euglypha dentata*.

Cette façon d'envisager la position systématique de cette espèce a été admise par la plupart des thécamoebologues, elle correspond à tous les principes de la systématique morphologique. Après une longue hésitation je suis arrivé à la conclusion que DEFLANDRE avait raison, d'autant plus que j'ai rencontré dans mon matériel du Congo belge une forme que je ne pouvais rapporter ni au genre *Euglypha* ni au genre *Sphenoderia*, mais qui présente tous les caractères du nouveau genre de DEFLANDRE.

La nouvelle espèce que j'ai rencontrée dans le matériel de Kundulungu est petite, étirée, elle présente une collerette typique de dents pointues au nombre de six, visibles de face. Les écailles, non représentées sur le dessin, sont proportionnellement plus petites que chez *Tracheleuglypha dentata* (VEDJDOVSKY) DEFLANDRE. La proportion longueur, largeur est 2,27.

Genre *Trinema*

Les espèces du genre *Trinema* sont cosmopolites.

Elles sont difficiles à distinguer et prêtent à confusion.

Au Congo belge 5 formes ont été mentionnées :

Tr. complanatum PENARD. KUFFERATH 1932

„ *enchelys* (EHRENBERG) LEIDY. KUFFERATH 1932

„ *enchelys lineare* VAN OYE. VAN OYE 1948

„ *enchelys* var. *plenum* KUFFERATH. KUFFERATH 1932

„ *lineare* PENARD. KUFFERATH 1932 et VAN OYE 1927.

Trinema enchelys (Ehrenberg) (Fig. 43—44).

Habitat: 27, 30

Dimensions:	L	l	B	L/l
	92 μ	58 μ	29 μ	1,58
	80 μ	44 μ	33 μ	1,81

La position et la disposition de la bouche permettent de reconnaître facilement cette espèce quand on a affaire à des exemplaires typiques. Autrement l'identification est très difficile.

Déjà PENARD a placé *Trinema lineare* près de *Tr. enchelys*. Malheureusement, cet auteur, qui d'habitude explique en détail sa façon de voir, ne le fait pas dans le cas qui nous occupe.

Il me semble qu'un caractère spécifique est donné par les dimensions et le fait que la largeur surpasse la moitié de la longueur chez *Tr. enchelys*, tandis qu'elle n'atteint jamais la moitié de la longueur chez *Tr. lineare*.

Trinema lineare Penard (Fig. 45—47).

Habitat: sphagnum

Dimensions:	L	l	L/l
	23 μ	9 μ	2,55
	19 μ	9 μ	2,11
	18 μ	9 μ	2.

Espèce déjà mentionnée du Congo belge par KUFFERATH et VAN OYE. Au plateau de Kundulungu cette espèce se trouvait dans son milieu normal.

Cette espèce est très variable quant à la taille, la position et les dimensions de la bouche.

J'ai rencontré deux exemplaires dont les dimensions surpassaient notablement la taille ordinaire

L	l	B	L/l
43 μ	18 μ	10 μ	2,38
44 μ	19 μ	9 μ	2,31

La relation entre la longueur et la largeur était du même ordre, comme le montrent les chiffres.

AWERINZEW n'acceptait pas l'espèce linéaire, mais distinguait trois formes, de *Trinema enchelys*. Je pense qu'il faut bien distinguer les deux espèces *Tr. lineare* et *Tr. enchelys*, mais que dans la série de *Tr. lineare* il faudra faire une distinction, à moins que dans la nature les deux formes de taille nettement différentes que nous avons trouvées, passent invisiblement l'une dans l'autre.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les recherches sur les Rhizopodes du plateau de Kundulungu et du Congo belge donnent lieu à bien des considérations générales.

Fort peu de recherches ont été faites jusqu'à ce jour sur les microorganismes du Congo belge. Dans leur liste des travaux algologiques concernant l'Afrique en général, BROOK, KUFFERATH, ROSS et SIMS mentionnent 46 travaux d'algologie qui s'occupent spécialement du Congo belge.

Si petit que soit ce nombre, le Congo occupe encore la seconde place dans la série, car le pays qui vient avec une quantité plus grande est l'Algérie, qui en possède 49 jusqu'à fin 1956.

Nous aurions certainement une dispersion analogue en ce qui concerne les publications sur les protozoaires, mais probablement tous les nombres seraient relativement plus petits et le nombre total aussi.

En nous limitant au Congo belge, nous voyons que KUFFERATH, FRÉMY, CHOLNOKY, HARIOT, HUSTEDT, EVENS, DE WILDEMAN, VAN MEEL, DAMAS, SYMOENS, DUVIGNEAUD, ZANON et moi-même, se sont occupés de la faune et de la flora microscopique de ce territoire.

Si nous nous limitons aux Rhizopodes, nous voyons que le nombre de formes connues est relativement très petit. On peut dire qu'il ne dépasse pas 120.

Je veux dire qu'en tenant compte que des espèces et variétés, et en négligeant les synonymies possibles ainsi que les erreurs probables ou même certaines, donc uniquement des noms cités dans la littérature, nous arrivons à ce maximum de 120.

D'autre part les récoltes dont les différents auteurs ont disposé, ont toutes été faites dans des régions très limitées et l'on peut dire que seulement une très minime partie du Congo belge a fait l'objet de recherches spéciales.

Des récoltes faites d'une façon poursuivie et méthodique n'ont jamais été entamées.

Il est cependant nécessaire de synthétiser de temps en temps et de voir où nous en sommes. Un tel travail peut se faire d'une façon purement documentaire et n'avoir que la valeur d'un catalogue, résultat d'heures de travail de compilation assidue, ou bien trouver sa place dans un mémoire comprenant des recherches originales, si l'auteur a examiné lui-même le sujet.

En effet, l'auteur d'un travail qui veut situer ses propres résultats, doit nécessairement avoir une vue d'ensemble et se rendre compte des résultats de ses collègues. Or, en ce qui concerne les Rhizopodes du Congo belge, le nombre de travaux parus est encore si petit qu'une vue d'ensemble peut s'acquérir facilement. D'autre part, dans ce domaine je suis l'auteur qui s'est occupé le plus de ce groupe, ce qui

rend une synthèse, tenant compte de tous les travaux publiés par les divers auteurs sur les Rhizopodes testacés, très aisée.

Pour chaque auteur un nouveau travail forme nécessairement une suite de ses recherches précédantes, si toutefois il poursuit une idée et ne s'en tient pas à publier des listes d'espèces sans tacher d'y voir des relations.

Mes recherches sur les Rhizopodes testacés de plateau de Kundulungu au nord-est d'Elisabethville, ont été entamées dans un but très précis. A la suite de mes études sur ces organismes au Congo belge en particulier et dans diverses contrées du globe en général, je me suis formé une idée personnelle sur la dispersion géographique des Rhizopodes. Ma conclusion générale a déjà été exprimée très brièvement à diverses reprises. Jusqu'à présent personne n'a encore tâché de faire une synthèse de toutes nos connaissances au sujet des Rhizopodes au Congo belge.

Nous pouvons résumer ici toutes les données publiées comme suit: Espèces et variétés rencontrées au Congo belge:

Genre <i>Amoeba</i>	13	<i>Jungia</i>	1
<i>Amphitrema</i>	1	<i>Lecythium</i>	1
<i>Arcella</i>	18	<i>Lesquereusia</i>	1
<i>Assulina</i>	4	<i>Mastigamoeba</i>	1
<i>Centropyxis</i>	20	<i>Nebela</i>	8
<i>Corythion</i>	2	<i>Phryganella</i>	1
<i>Cyclopyxis</i>	2	<i>Pseudodifflugia</i>	1
<i>Difflugia</i>	18	<i>Pelomyxa</i>	1
<i>Euglypha</i>	13	<i>Penardia</i>	1
<i>Gromia</i>	1	<i>Quadrullella</i>	2
<i>Hyalosphenia</i>	3	<i>Tracheleuglypha</i>	1
<i>Heleopera</i>	1	<i>Trinema</i>	5

A cette liste il faut ajouter les espèces nouvelles décrites dans le présent travail, ainsi que les espèces nouvelles pour le Congo belge citées dans ce travail.

Alors nous devons apporter les changements suivants:

<i>Arcella</i>	1, donc en tout	19
<i>Difflugia</i>	2	20
<i>Lesquereusia</i>	2	3
<i>Centropyxis</i>	2	22
<i>Cyclopyxis</i>	1	3
<i>Quadrullella</i>	1	3
<i>Nebela</i>	6	14
<i>Hyalosphenia</i>	1	4
<i>Tracheleuglypha</i>	1	2

Aux 120 espèces et variétés connues du Congo belge, il faut donc en ajouter 17, ce qui nous donne un total de 137.

Ce résultat de 17 espèces nouvelles pour le Congo belge, comprenant les espèces nouvelles pour la science, nous fait voir que dans tous les cas la faune thécamoebienne de la partie est du territoire congolais est très différente de celle de l'ouest, car sur 32 espèces et variétés trouvées, plus de la moitié sont nouvelles et relativement peu des 120 formes déjà connues ont été retrouvées.

Tout ceci est en accord avec le travail de Mme L. GAUTHIER-LIÈVRE de 1953 et avec les données de son mémoire „Additions aux Nebela d'Afrique” 1957, ainsi qu'avec celles du beau travail de Mme GAUTHIER-LIÈVRE et R. THOMAS „Les Genres Diffugia, Pentagonia, Maghrebina et Hoogenraadina (Rhizopodes testacés) en Afrique”, 1958 études que je n'ai malheureusement reçu qu'après que le manuscrit de la partie systématique de la présente étude était à peu près achevé.

Comme j'ai toujours remarqué que des notes ajoutées après coup rendent le texte décousu et d'une lecture désagréable, j'ai préféré n'apporter que des changements minimes au texte. Les spécialistes verront bien les remarques qui auraient dû être faites.

Quant aux considérations générales, il est très important de voir combien les travaux de Mme GAUTHIER-LIÈVRE et les miens tendent vers la même conclusion.

Mais d'autre part nous voyons aussi que les résultats de mon étude sur les Rhizopodes des marais du sud-ouest d'Uvira et du présent travail se complètent et nous permettent de tirer des conclusions plus fondées qu'on ne pouvait le faire lors de la parution du premier travail.

Dans la comparaison de mes travaux sur les Rhizopodes des altitudes dépassant 1500 m à l'est du Congo belge, je ne tiens pas compte des résultats de mon travail sur les Rhizopodes du matériel de LEBRUN récolté aux environs du Lac Edouard, parce que ce matériel a été récolté à différentes altitudes. On pourrait juger comme arbitraire tout choix fait parmi les échantillons récoltés. Si cependant on veut examiner ce travail de près, il en ressortira que les résultats obtenus en 1948 ne contredisent nullement ceux de 1958 et 1959.

Le premier travail s'occupant des Rhizopodes de l'ouest du Congo belge à une altitude de 3.000 m, ne pouvait à ce moment permettre de faire des conclusions générales.

La présente étude s'occupe des Rhizopodes d'un plateau situé plus vers le sud et à une altitude de 1600—1700 m.

Voici en résumé les résultats:

U v i r a, 37 espèces et variétés trouvées, dont 29 nouvelles pour le Congo belge ou nouvelles pour la science. Donc 8 étaient déjà connues de ce vaste territoire.

K u n d u l u n g u, 32 espèces et variétés trouvées, dont 17 nouvelles pour la science ou simplement nouvelles pour le Congo; donc 15 déjà connues des altitudes de l'est du Congo belge.

Ceci montre que déjà la seconde étude est relativement bien moins riche en formes nouvelles que la première.

D'autre part, dans les deux cas ce sont les genres peu ou même pas représentés dans la plaine congolaise, qui donnent le plus grand nombre d'espèces non encore rencontrées au Congo belge.

Nous pouvons donc réunir les résultats des deux études et considérer le tout comme représentatif de la faune rhizopodique de l'est du Congo belge.

Nous obtenons alors		%
<i>Arcella</i>	5	8.62
<i>Diffugia</i>	4	6.54
<i>Centropyxis</i>	8	13.79
<i>Cyclopyxis</i>	3	5.17
<i>Heleopera</i>	1	1.72
<i>Quadrullella</i>	3	5.17
<i>Nebela</i> s.str.	13	22.41
<i>Jungia</i>	1	1.75
<i>Hyalosphenia</i>	3	5.17
<i>Euglypha</i>	9	15.55
<i>Assulina</i>	2	3.45
<i>Tracheleuglypha</i>	1	1.72
<i>Corythion</i>	2	3.45
<i>Trinema</i>	2	3.45
<i>Amphitrema</i>	1	1.72

58

On voit que le genre *Nebela* (même sans les *Quadrullella*) dépasse de beaucoup tous les autres, alors qu'il est absent dans la faune rhizopodique de la plaine.

En ce qui concerne le territoire du Congo belge nous pouvons donc dire avec certitude que la faune Rhizopodique de l'est du Congo présente un tout autre caractère que celle de l'ouest. Nous sommes d'avis que l'altitude, avec tous les corollaires quant au climat, est le facteur déterminant. Car au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur on voit que la faune caractéristique des très grandes altitudes se présente à des altitudes relativement moins élevées.

Vu de cet angle, nous voyons que les données de Mme GAUTHIER-LIÈVRE sur les espèces du genre *Nebela* corroborent en tous points les nôtres.

Nous pouvons donc dire qu'en Afrique nous rencontrons une

faune Rhizopodique de montagne dépendant du climat très spécial qu'on y rencontre.

La différence s'exprime de deux façons:

1. les espèces différentes qu'on rencontre dans la faune de l'est de celles de la faune de l'ouest.
2. la faune rhizopodique des montagnes de l'est du Congo belge est entre autre caractérisée par la présence d'espèces du genre *Nebela*, que l'on ne rencontre pas dans la partie ouest.
3. on peut observer une différence énorme et typique dans la relativité de la présence des différents genres de la faune de l'est, en comparaison avec celle de l'ouest du Congo.

Voici les chiffres:

Ouest du Congo		Est du Congo	
<i>Diffugia</i>	31 %	<i>Nebela</i>	22.41 %
<i>Arcella</i>	25 %	<i>Euglypha</i>	15.55 %
<i>Centropyxis</i>	23 %	<i>Centropyxis</i>	13.79 %
<i>Euglypha</i>	12 %	<i>Arcella</i>	8.62 %
<i>Assulina</i>	4 %	<i>Diffugia</i>	6.54 %
<i>Nebela</i>	2 %		

Considérons maintenant la faune rhizopodique du Congo belge avec les résultats obtenus pour les autres pays.

Si nous nous rapportons au travail de DECLOÎTRE (1953), nous voyons qu'on peut évaluer le nombre d'espèces et de variétés des différents genres de Thécamoebiens connus jusqu'à ce moment comme suit:

<i>Diffugia</i>	148	<i>Cochliopodium</i>	14
<i>Nebela</i>	98	<i>Cryphodiffugia</i>	14
<i>Arcella</i>	82	<i>Cyphoderia</i>	14
<i>Centropyxis</i>	59	<i>Pontigulasia</i>	13
<i>Euglypha</i>	57	<i>Sphenoderia</i>	12
<i>Lesquereusia</i>	16	et plusieurs genres de moins de 10.	

Ceci nous permet de conclure que si en réalité les Thécamoebiens ne présentaient pas de dispersion géographique bien nette, les faunes de tous les pays devraient posséder un nombre de représentants à peu près en proportion de ces chiffres.

Dans tous les cas, vu la grande différence entre le nombre d'espèce et de variétés des genres possédant le plus de représentants, il faudrait toujours avoir une suite dans la faune correspondant au nombre de chaque genre. Donc dans l'ordre *Diffugia*, *Nebela*, *Arcella*, *Centropyxis* etc.

De légères différences dues aux biotopes prépondérants de

chaque contrée pourraient se présenter, mais il serait impossible de voir des différences comme celles que nous avons déjà relevées. Il s'en suit que nous pouvons conclure que chaque pays présente sa faune propre et que cette faune ne dépend pas uniquement du climat ni de l'altitude ni des facteurs écologiques.

Les rhizopodes présentent une dispersion géographique qui dépend de l'évolution de la terre durant les périodes géologiques, des climats des moyens de dispersion et de tous les autres facteurs qui causent et ont causé la dispersion géographique actuelle des plantes et des animaux.

Or, il est certain que pour comprendre la dispersion actuelle, nous devrions pouvoir nous rendre compte de la conformation des continents et leur évolution pendant les périodes géologiques depuis les époques les plus reculées jusqu'à nos jours.

Malheureusement, les données à ce sujet sont très lacunaires et même parfois très discutées entre géologues.

Dans tous les cas, on peut trouver une explication en tenant compte du fait que certainement sous une forme ou une autre l'Amérique du Sud a été en communication avec l'Afrique et qu'une communication a existé entre l'Amérique de Sud, les îles antarctiques, l'Australie et la Nouvelle Zélande.

Nous devons nous rappeler que l'axe reliant les pôles n'a pas toujours été au même endroit, c.à.d. que les pôles sont se déplacés.

A certains moments de l'évolution terrestre l'équateur ne correspondait nullement avec l'équateur actuel. Ceci a eu pour conséquence que la faune rhizopodique des altitudes situées sur l'équateur peut être considérée comme des restants d'une faune ancienne.

Ainsi on comprend comment il se fait qu'en Amérique du Sud une faune analogue existe aux altitudes sur ou près de l'équateur et qu'elle se rencontre à des altitudes de moins en moins élevées au fur et mesure que l'on descend vers le sud de ce continent.

C'est cette constatation qui m'a poussé à examiner spécialement la faune rhizopodique du plateau de Kundulungu. L'étude présente prouve que ma prévision était exacte.

Pour autant qu'il s'agit uniquement du Congo belge, ou même de l'Afrique, nous voyons donc une concordance absolue. Cette concordance se manifeste encore aussi longtemps que nous ne tenons pas compte des dernières données de DECLOÏTRE concernant la faune rhizopodique du Groenland et des territoires polaires arctiques en général.

Si nous prenons en considération ces données, on me fera la remarque, très fondée d'ailleurs, que tout dans la littérature ne correspond pas avec ma façon d'expliquer la faune thécamoebienne des altitudes des pays tropicaux en général et du Congo belge en particulier.

En effet: déjà en Islande nous avons trouvé en ce qui concerne la

distribution de Rhizopodes (1944) pour le genre *Nebela*: 15 %. Ce genre y vient à la quatrième place. DECLOÏTRE pour le Groenland (Les Thécamoebiens de l'Ege, Groenland 1956) cite 7 espèces qu'il a trouvées dans le matériel examiné. Le même auteur a dressé la liste des espèces rencontrées dans les régions polaires suivant la littérature.

DECLOÏTRE compte 25 espèces et variétés dans les régions polaires. Il faut faire remarquer ici que toutes les espèces polaires antarctiques sont en concordance avec ma façon de voir. Il n'en est cependant pas de même pour les formes arctiques.

La conclusion est qu'il faudra tenir compte de ces faits et modifier la théorie. La question se pose uniquement en quel sens. De plus amples données sont nécessaires pour résoudre cette question. Ne faut-il pas rappeler ici que la science même n'est en somme qu'une série d'erreurs dont la dernière corrige en partie l'avant-dernière qui, à son tour, sera corrigée en partie par la suivante.

La biogéographie n'est plus une science qui se contente à observer et noter des faits, mais bien une science qui, comme toutes les autres, a pour but d'expliquer afin de comprendre.

En considérant la biogéographie des animaux et des plantes supérieurs, nous rencontrons également des faits pour le moment inexplicables. Pourtant aucun biogéographe n'y verra la preuve que cette science n'a pas de raison d'être et qu'elle doit se limiter à la constatation des aires de dispersion des animaux et des plantes.

En ce qui concerne l'Afrique équatoriale et même les pays tropicaux en général, on peut même dire que pour la majeure partie de l'hémisphère sud, tous les faits connus jusqu'à ce jour sont explicables selon ma façon de voir.

Les faits qui ne se rangent pas dans cette conception, doivent avoir pour effet qu'il faudra l'amender, mais cela ne peut avoir pour conséquence de revenir à une pure constatation des faits.

L'hypothèse changera en partie, mais les faits resteront et dans cet ordre d'idées, il est certain que rien ne nous pousse à changer notre opinion pour autant qu'elle concerne l'Afrique équatoriale. Quant à sa valeur pour le globe entier, elle devra subir des retouches au sujet desquelles nous ne pouvons pas encore nous prononcer à ce moment.

RÉSUMÉ

1. Dans l'introduction l'attention est attirée sur le fait qu'il s'agit de matériel provenant du haut plateau de Kundulungu à une altitude de ± 1700 m, situé à l'est d'Elisabethville.

2. Les échantillons provenaient de Sphaignes et furent pris le 15

novembre 1956; dont 3 de rivières, 3 de petites flaques d'eau et 2 de sphaignes.

Le pH variait de 4.9—5.1

3. 32 espèces et variétés de Rhizopodes testacés ont été trouvées; elles se répartissent comme suit:

Genre <i>Arcella</i>	3	dont 1 nouvelle(s) pour le Congo belge
<i>Diffugia</i>	2	2
<i>Lesquereusia</i>	2	2
<i>Centropyxis</i>	5	2
<i>Cyclopyxis</i>	1	1
<i>Quadrullella</i>	1	1
<i>Nebela</i>	8	6
<i>Hyalosphenia</i>	2	1
<i>Euglypha</i>	4	
<i>Tracheleuglypha</i>	1	1
<i>Assulina</i>	1	
<i>Trinema</i>	2	
Ensemble	32	17

4. Les 32 espèces et variétés sont étudiées suivant les circonstances du point de vue de la systématique de l'écologie, de la distribution géographique et surtout du point de vue de leur dispersion au Congo belge.

De chaque espèce les dimensions des exemplaires mesurés sont données, exemplaire par exemplaire, de façon que non seulement les chercheurs peuvent suivre l'évolution de nos connaissances au sujet des Rhizopodes, mais peuvent aussi se rendre compte de la valeur systématique, éventuellement écologique, des mensurations suivant le biotope ou l'endroit géographique, ainsi que des relations morphologiques qui peuvent être calculées.

Une table dichotomique est dressée pour la séparation des espèces voisines de *Quadrullella columbiana* WAILES, *Q. spicata* WAILES, *Q. caudata* LEIDY et la nouvelle espèce *Q. Kundulungui*.

L'attention est attirée sur l'existence de races géographiques en général et démontrée pour l'espèce *Nebela vas* CERTES.

Enfin, l'hypothèse que la faune rhizopodique des altitudes de l'est du Congo est une faune datant de temps géologiques très reculés est maintenue et même soulignée. Tous les faits nouveaux comparés à ceux des autres auteurs ayant fait des recherches en Afrique, se rangent en faveur de cette façon de voir. En ce qui concerne l'Afrique, la faune rhizopodique des altitudes doit être considérée comme relicté d'une faune ancienne.

BIBLIOGRAPHIE

- BROOK, A. J., KUFFERATH, H., ROSS, R. & SIMS, P. A. - 1957 - A Bibliography of African freshwater Algae; *Rev. Algol.* 4, 207—238.
- CASH J., J. HOPKINSON & G. H. WAILES - The British Freshwater Rhizopoda and Heliozoa; London Ray Society 5 vol.
- DECLOÏTRE, L. - 1953 - Rhizopodes de l'Afrique orientale anglaise; *Bull. Inst. franç. d'Afr. noire*, 15, 1432—1436.
- 1954 - Mission A. Villiers au Togo et au Dahomey. XXIII Rhizopodes; *Bull. Inst. franç. Afr. noire* 16, série A, 89—125.
- 1954 - Thécamoebiens d'une source d'eau chaude de Guinée; *Bull. Inst. franç. d'Afr. noire* 16, série A, 829—833.
- 1954 - Répartition géographique de quelques Nebela (Thécamoebiens); *C. R. Soc. Biogéogr.* N° 271, 32—34.
- 1955 - Contribution à l'étude de la Mauritanie. Rhizopodes thécamoebiens; *Bull. Inst. franç. d'Afr. noire*. Série A, 16 398—413.
- 1955 - Speologica Africana. Thécamoebiens de la grotte des Singes à Séga Guinée. *Bull. Inst. franç. Afr. noire* 17, série A, 989—1019.
- 1955 - Recherches sur les Rhizopodes Thécamoebiens de l'A.O.F. Thèse Université d'Aix-Marseille 1953, 249 p.
- 1955 - Rhizopodes Thécamoebiens du Vénézuéla; *Hydrobiologia* 7, 325—372.
- 1956 - Matériaux pour une faune Thécamoebienne de Madagascar. *Mém. Inst. sci. de Madagascar*. Sér. A, 11, 1—31.
- 1956 - Les Thécamoebiens de l'Ege (Groenland); *Actual. Sci. et Ind.* 1242 Paris.
- 1956 - Matériaux pour une faune Rhizopodique d'A.O.F. Casamance, Sénégal, Guinée; *Bull. Inst. franç. d'Afr. noire* 18, Série A, 377—390.
- 1956 - Le parc national du Niokolo-Koba. Rhizopodes Thécamoebiens; *Mém. Inst. franç. Afr. noire* n° 48, 233—258.
- 1957 - Matériaux pour une faune Rhizopodique d'A.O.F. *Bull. Inst. franç. Afr.* 19, série A, 367—372.
- DEFLANDRE G. - 1929 - Deux genres nouveaux de Rhizopodes testacés; *Ann. Protistol.* 1, 37—43.
- 1929 - Le genre Centropyxis Stein; *Arch. Protistk.* 67, 322—375.
- 1936 - Etude monographique sur le genre Nebela Leidy (Rhizopoda-Testacea); *Ann. Protistol.* 5, 201—286 pl. X-XXVII.
- GAUTHIER-LIEVRE, L. - 1943 - Les genres Nebela et Pseudonebela (Rhizopodes testacés) en Afrique; *Bull. soc. Hist. nat. Afr. du Nord* 44, 324—366.
- 1957 - Additions aux Nebela d'Afrique; *Bull. soc. Hist. nat. Afr. du Nord* 48, 494—523.
- & R. THOMAS 1958 - Les genres Diffugia, Pentagonia, Maghrebina et Hoogenraadia (Rhizopodes testacés) en Afrique; *Arch. Protistk.* 103, 241—370.
- KUFFERATH, H. - 1933 - Rhizopodes du Congo belge; *Rev. zool. Afr.* 23, 53—60
- LEIDY, J. - 1879 - Fresh-water Rhizopods of North America.
- VAN OYE, P. - 1941 - Die Rhizopoden des Sphagnetums bei Krisuvik auf Island; *Biol. Jaarb. Dodonaea*, 284—305.
- 1944 - Au sujet de la distribution géographique des Rhizopodes; *Biol. Jaarb. Dodonaea* 11, 83—91.
- 1948 - Rhizopodes. Fasc. 9, 47 pp. de: Explorations du Parc National Albert Mission J. Lebrun 1937—1938.
- 1949 - Rhizopodes de Java; *Bijdragen tot de Dierkunde* 28, 327—352.
- 1952 - Rhizopoda Venezuelas mit besonderer Berücksichtigung ihrer

- Biogeographie; *Ergeb. dtsch. limnol. Venezuela-Expedition* Band I, 329—360.
- 1956 - On the Thecamoeban fauna of New Zealand with description of four new species and biogeographical discussion; *Hydrobiologia* 8, 16—37.
- 1958 - Etude sur les Rhizopodes des marais du Sud-ouest d'Uvira (Congo belge); *Hydrobiologia*, 10, 85—137.
- THOMAS, R. - Thécamoebiens du Tibesti; *Inst. Rech. Sahar. Univ. Alger. Mém.* 4, 45—51.

Planche I

1 *Arcella hemispherica* PERTY. 2 *Arcella papyracea* PLAYFAIR. 3—4 *Diffugia oblonga* EHRENBURG. 5 *Diffugia oblonga* var. *compressa* LEIDY. 6—7 *Lesquereusia spiralis* (EHRENBURG) BÜTSCHLI. 8 *Lesquereusia spiralis* (EHRENBURG) BÜTSCHLI var. *Decloîtrei* n. var.

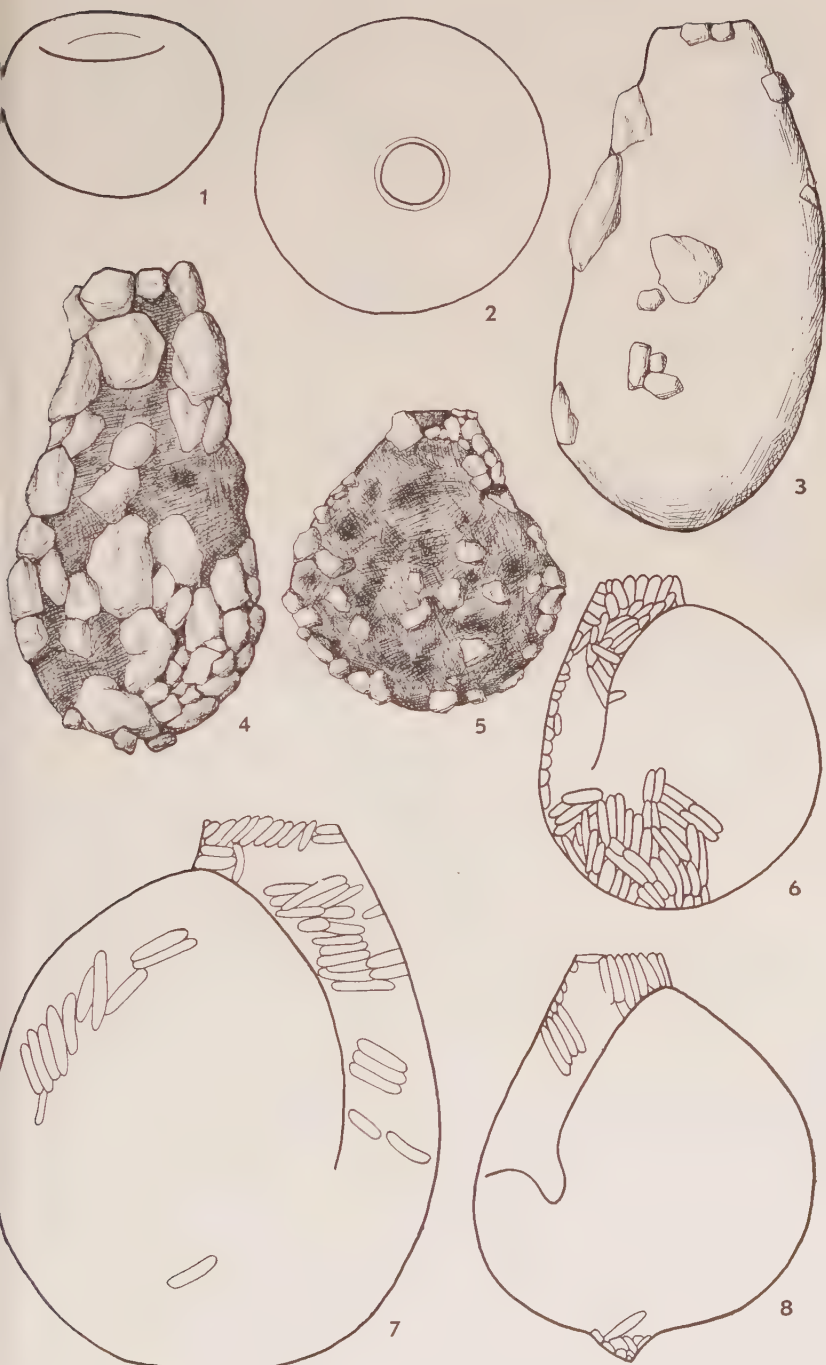


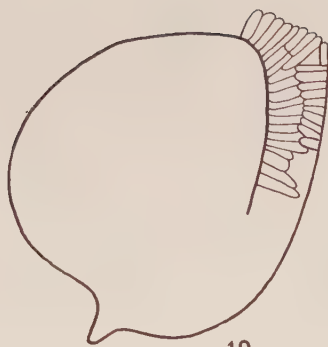
Planche I.

Planche II

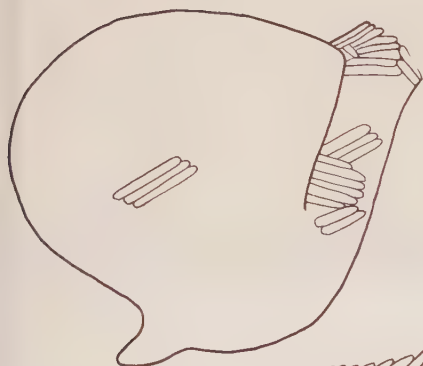
9—14 *Lesquereusia spiralis* (EHRENBURG) BÜTSCHLI var. *Decloîtrei* n. var.



9



10



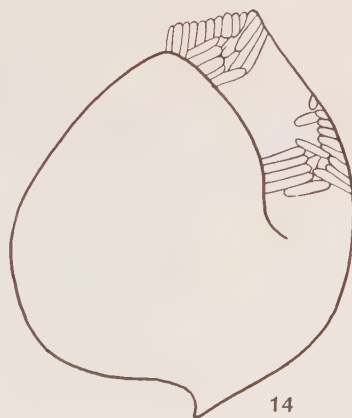
11



12



13



14

Planche II.

Planche III

- 15—16 *Lesquereusia spiralis* (EHRENBURG) BÜTSCHLI var. *Decloîteri* n. var.
17 *Centropyxis aculeata* (EHRENBURG) STEIN. 18 *Centropyxis aculeata* (EHRENBURG) STEIN var. *oblonga* DEFLANDRE. 19 *Centropyxis pyriformis* VAN OYE.

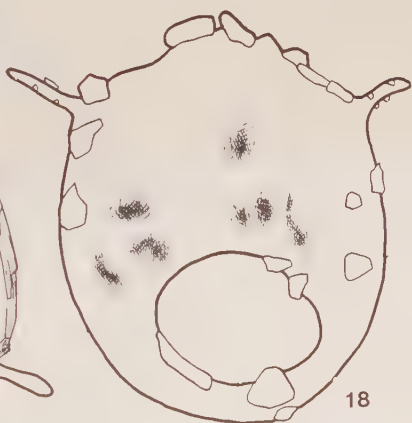
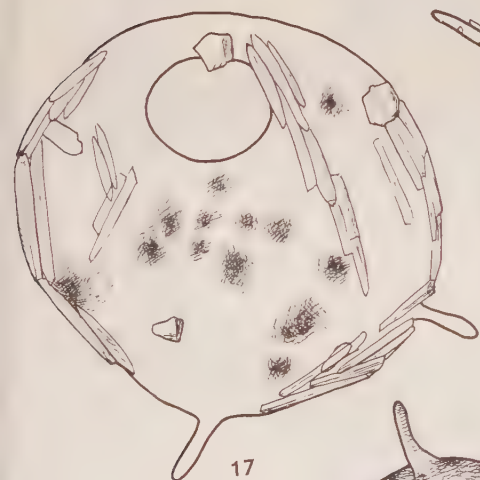
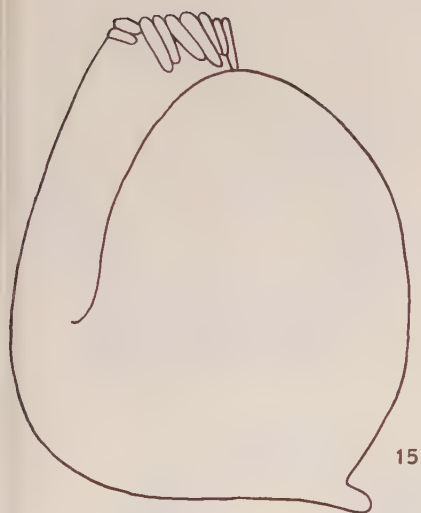
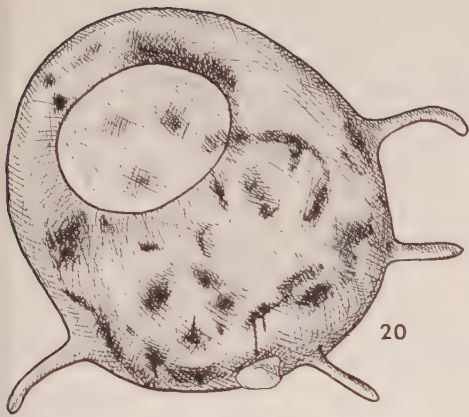


Planche III

Planche IV

20 *Centropyxis pyriformis* VAN OYE. 21 *Centropyxis constricta* (EHRENBURG)
PENARD. 22 *Cyclopyxis eurystoma* DEFLANDRE. 23—24 *Quadrullella Debontii*
n. sp. 26 *Nebela acuminata* n. sp.



20



22



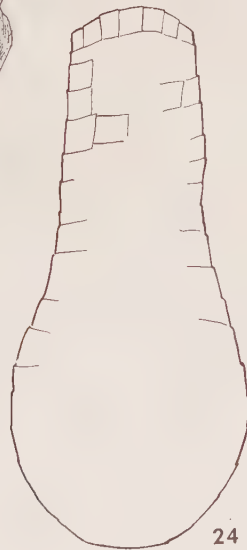
21



26



23



24

Planche IV

Planche V
25 *Quadrullella Debonti* n. sp. 27. *Nebela griseola* PENARD. 28 *Nebela kundulungui* n. sp. 29 *Nebela militaris* PENARD. 31 *Nebela sphagnophila* (STEINECKE) VAN OYE. 32 *Nebela tabulata* BROWN var. *magna* n. var. 36 *Hyalosphenia cuneata* STEIN. 37, 38 *Hyalosphenia minuta* CASH.

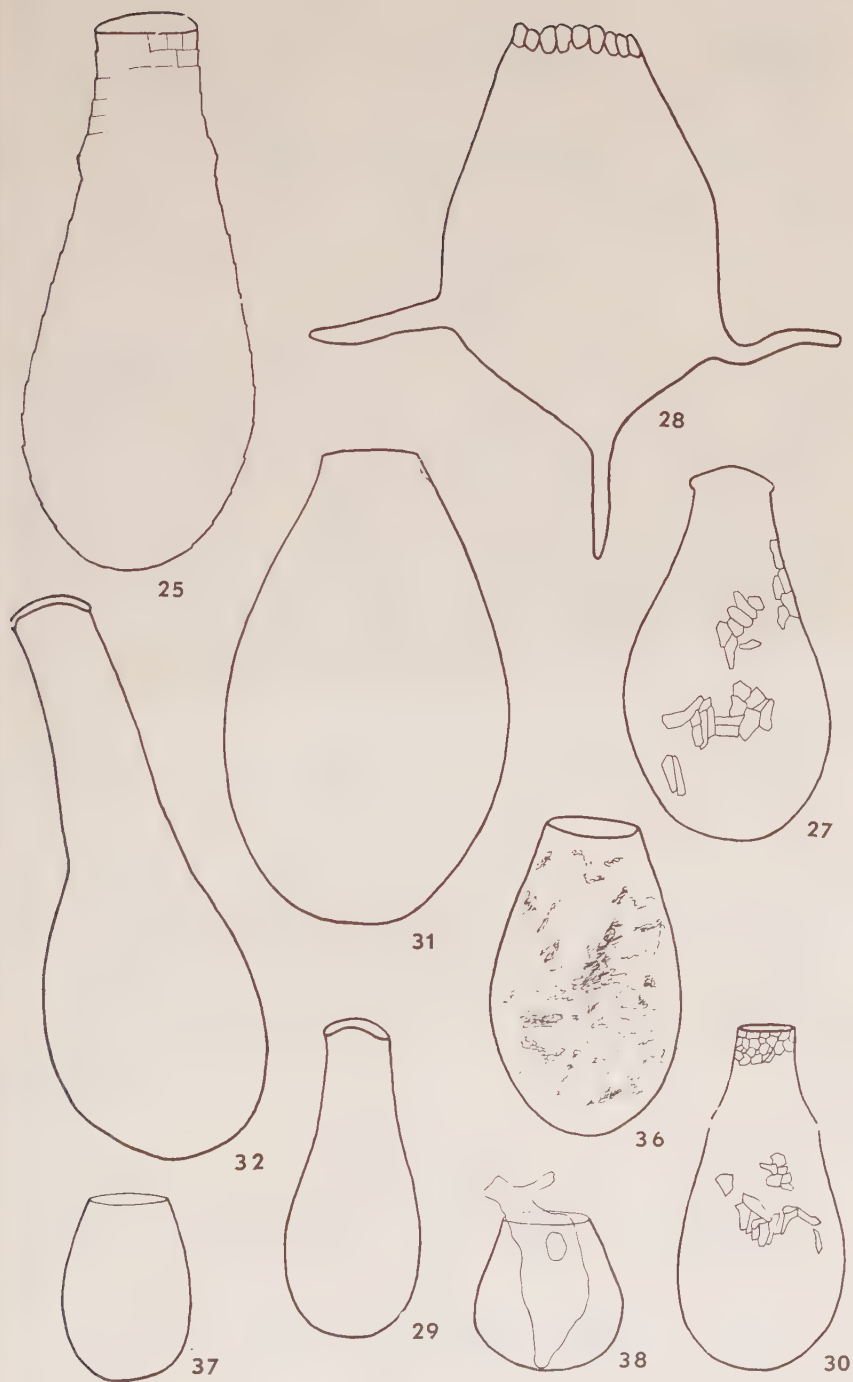


Planche V

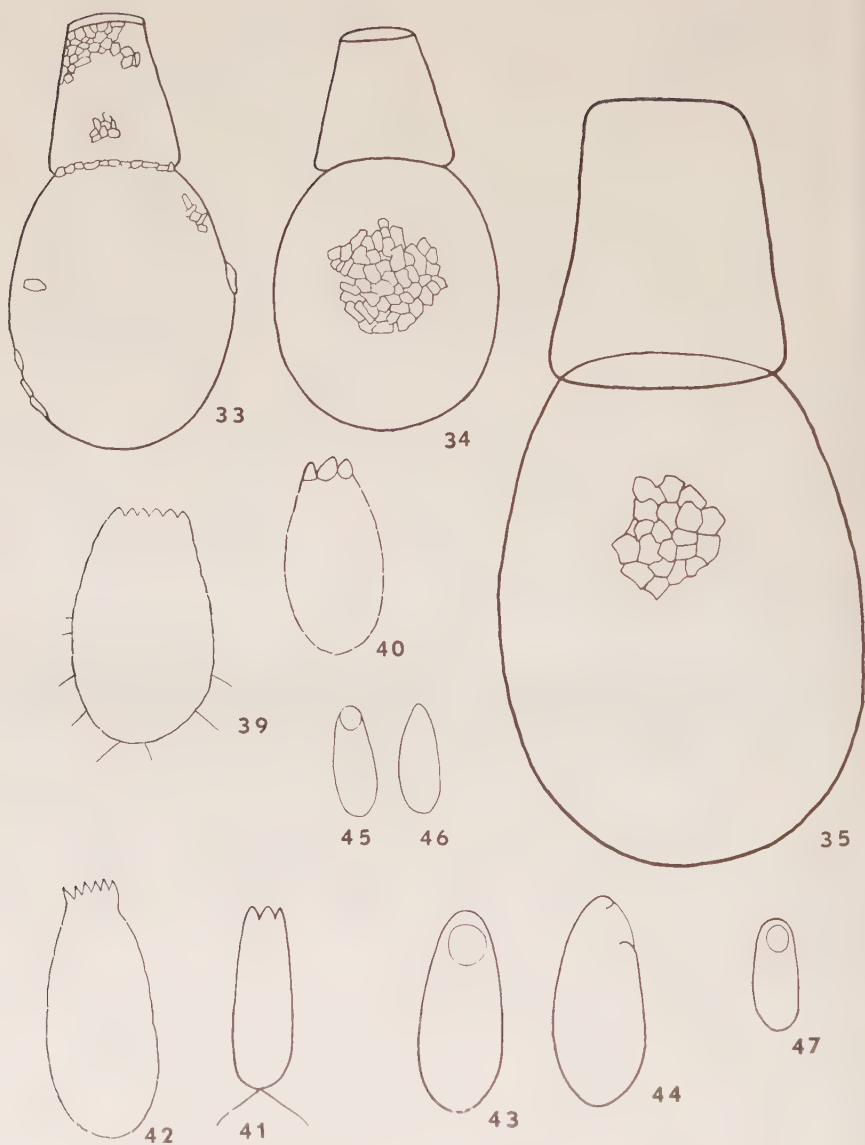


Planche VI

33, 34, 35 *Nebela vas* CERTES. 39 *Euglypha ciliata* EHRENBURG. 40 *Euglypha laevis* EHRENBURG. 41 *Euglypha cristata* LEIDY. 42 *Tracheuglypha elongata* n. sp. 43—44 *Trinema enchelys* (EHRENBURG). 45—47 *Trinema lineare* PENARD.

Taxonomy of lakes

by

A. R. ZAFAR*

Since the time of FOREL (1841—1912) whose researches laid down the foundation of limnology, our conception of the 'lake' as a habitat has changed considerably. Today we regard it as an ecological complex of a very high order or, more briefly, as an 'ecosystem' composed of biotopes and biocoenoses. This outlook not only provides a broader basis for the classification of the lakes but also affords a better interpretation of what we mean by the term biological productivity.

Lakes have been classified in many ways but the trophic system of the classification is more or less universally accepted. According to NÄUMANN (1919) and THIENEMANN (1925) there are three main types of lakes; Oligotrophic, Eutrophic and Heterotrophic.

(i) Oligotrophic: These are deep lakes, the depth being 18 meters or more; have a U-shaped basin and scanty littoral vegetation. They are less productive and their vegetation consists mainly of Chlorophyceae.

(ii) Eutrophic: These are shallow lakes with larger littoral shelf and usually dense vegetation. The water is rich in calcium, nitrate and phosphate. They are highly productive and their algal population consists mainly of Diatoms and Blue-greens.

(iii) Heterotrophic: These are rather not very clearly defined lakes but their waters are supposed to contain very high percentage of dissolved organic matter.

STRØM (1930) has proposed a modification of the above system of classification. The different lake-types, according to him can be classified as the following:

*) Present address: National Research Fellow (Government of India), Hydrobiological Laboratory, Department of Botany, Osmania University, Hyderabad-7, India.

	Fundamentally Eutrophic + (N + P)		Fundamentally Oligotrophic — (N + P)	
	+ Ca	— Ca	+ Ca	— Ca
—Humus	Not investigated, possibly not existing	Humic - mud Lakes	Dystrophic lakes of Scotland and Rügen	Dystrophic
+Humus	Eutrophic	Not yet in- vestigated but probably existing	A. Oligotro- phic Lakes (Alpine)	B. Oligotro- phic Lakes (Norwegian)

It is evident that in the trophic system of classification primary importance is given to the chemical nature of water, shape of the lake-basin and the biological productivity. It does not take into account the geographical or climatic conditions influencing the lakes. Thus, a lake occurring in arctic region will be classified under 'Oligotrophic' on the basis of its low productivity even when its water exhibits eutrophic nature. In fact majority of arctic as well as alpine lakes have been assumed to be extremely oligotrophic because they are less productive. Discussing the arctic and alpine lakes, THOMAS-SON (1956) points out that, "The majority of arctic as well as alpine lakes can be characterised as extremely oligotrophic or ultra-oligotrophic and also as feebly productive. It is true also that lakes of higher trophic degree occur, even lakes with eutrophic water, but in them hydroclimatic factors of the environment prevent a corresponding increase of the plankton production". Thus similar lakes may fall into different ecological classes if their geographical position is overlooked. On these grounds FAEGRI (1954) rightly remarks that the trophic system gives us the classification of the productivities of lake waters and not of the lakes as a whole. Possibly due to similar reasons, THIENEMANN, as quoted by FAEGRI (1954), has abandoned the trophic system for a system of 'harmonic' and 'disharmonic' types as the primary basis for the taxonomy of lakes.

Apart from all these, another difficulty, which is being felt by many workers in this field, comes in when one finds that a particular lake does not fit clearly into the basic oligotrophic or eutrophic categories. Recently, PENNAK (1955) after studying a set of eight mountain lakes could hardly place them in definite categories. He remarks, "It is true that the majority of mountain lakes do not fit clearly into either of these categories and for all practical purposes oligotrophic—eutrophic series is of little use for these lakes". He

further points out that majority of other lakes situated in plains, also do not fit clearly in either of these denominations. It is possibly due to this difficulty that many workers were compelled to coin their own terminology to describe the lakes under their study. Out of the many terms described in the literature a few can be quoted here, such as LUDBECK's (1934) 'thermal—oligotrophic', THOMASSON's (1956) 'ultraoligotrophic' and PESTA's (1929) 'pan-oligotrophic'. In fact lately many such terms have come into existence which only add to the still existing confusion because, the shades of meaning they carry usually overlap each other. This confusion is a natural outcome of the fact that the basic terms 'oligotrophic' and 'eutrophic' are adopted to suggest too many characteristics of lakes i.e. depth, physico-chemical nature of water, vegetation and productivity. For instance, one may come across a lake which is quite shallow (a characteristic of eutrophic lakes) but is poor in calcium, nitrate and phosphate (characteristics of oligotrophic lakes). In such a case one wonders whether it is right to classify it according to its depth or on the basis of the chemical nature of its water. If we could adopt the words 'oligotrophic' and 'eutrophic' to signify *only* the physico-chemical nature of lake-water, much confusion can be avoided.

However, one has also to keep in mind that whatever classification of lakes we suggest, it will not meet all the standards as no two fresh-water bodies can be expected to be exactly similar from ecological point of view. Consequently no two lakes can be classed together under one ecological denomination. To put it in other words the immediate problem before us is not of just *classifying* the lakes but is of *naming* them from ecological view-point. An attempt has been made here to evolve a system of naming the lakes more or less on the same lines as the conventional binomeal system of LINNAEUS. The name as a whole consists of three components; the first indicates the physico-chemical nature of water; the second the climatic zone and the type of lake basin; while the third gives an idea of the dominant class of organisms and the productivity in general.

To cite an example let us take into consideration the Husain Sagar Lake, which is situated between the twin cities of Hyderabad and Secunderabad in South India. It lies between 15° to 20° N. of equator and at an elevation of about 2,000 feet from the mean sea-level. It is a shallow lake, the maximum depth being forty feet and the mean well within ten. Its water is rich in calcium, nitrate and phosphate and supports luxuriant diatom flora. Humus is not present. The basic nomenclature that can be applied to this lake according to the present proposition will be, "*Eutropic, Tropicae Bacillariae*".

Here the term eutrophic is applied exclusively on the basis of physico-chemical nature of its water and *not* according to the productivity *nor* on the form of its basin. The term eutrophic meanwhile indicates that the water of Husain Sagar lake is rich in calcium, nitrate and phosphate but does not throw light on the *nature* of trophism.

STRØM (1930) recognises four types of fundamentally eutrophic bodies.

- * (i) + Ca + (N + P) + Humus (Not named by STRØM)
- (ii) + Ca + (N + P) — Humus (Eutrophic of STRØM)
- (iii) — Ca + (N + P) + Humus (Humic-mud lakes)
- (iv) — Ca + (N + P) — Humus (Not named by STRØM).

Similarly he divides the fundamentally oligotrophic waters (or lakes) in the following four categories:

- (i) + Ca — (N + P) + Humus (Dystrophic lakes of Scotland and Rügen)
 - (ii) + Ca — (N + P) — Humus (Oligotrophic lakes in Alps)
 - (iii) — Ca — (N + P) + Humus (Dystrophic lakes of STRØM)
 - (iv) — Ca — (N + P) — Humus (Oligotrophic Norwegian lakes).
- *[(+) and (—) mean 'rich' and 'poor' respectively]

Thus if we arrange these different types of eutrophic and oligotrophic waters in a series and name them as α -eutrophic, β -eutrophic etc., then the *nature* of trophism can also be read in the ecological nomenclature of a lake. Consequently we will have the following eight types of waters:

Fundamentally Eutrophic	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha\text{-eutrophic} + \text{Ca} + (\text{N} + \text{P}) + \text{Humus} \\ \beta\text{-eutrophic} + \text{Ca} + (\text{N} + \text{P}) - \text{Humus} \\ \gamma\text{-eutrophic} - \text{Ca} + (\text{N} + \text{P}) + \text{Humus} \\ \delta\text{-eutrophic} - \text{Ca} + (\text{N} + \text{P}) - \text{Humus} \end{array} \right.$
Fundamentally Oligotrophic	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha\text{-oligotrophic} + \text{Ca} - (\text{N} + \text{P}) + \text{Humus} \\ \beta\text{-oligotrophic} + \text{Ca} - (\text{N} + \text{P}) - \text{Humus} \\ \gamma\text{-oligotrophic} - \text{Ca} - (\text{N} + \text{P}) + \text{Humus} \\ \delta\text{-oligotrophic} - \text{Ca} - (\text{N} + \text{P}) - \text{Humus} \end{array} \right.$

The words 'rich' and 'poor' as denoted by (+) and (—) respectively in the above scheme can be replaced by the suitable ranges of the concentrations of these factors, occurring in lake waters. However it is quite evident that in this scheme we are assuming the fundamen-

tally eutrophic waters to be *essentially* rich in nitrogen and phosphorus and the fundamentally oligotrophic, deficient in these elements. It is quite probable that we may come across waters rich in nitrogen and poor in phosphorus and *vice versa*. To avoid such difficulties one may select a factor which is more stable and gives a rather wide workable range. PEARSALL's (1923) basic ratio $\left(\frac{\text{Na} + \text{K}}{\text{Ca} + \text{Mg}} \right)$ appears to be a more suitable factor as a criterion for the classification of waters in different categories.

PEARSALL (1923) has pointed out that Diatoms dominate in the lake-waters when the basic ratio is low (less than 0.5—1.5). The work carried out in this laboratory (unpublished) on certain fish-breeding ponds, does indicate that not only the periodicity of Diatoms but also the seasonal fluctuations of Chlorococcales and Desmids are being influenced by this ratio. It was concluded that,

- (i) the Diatoms are the dominant class of algae when the basic ratio of water fluctuates between 0.027 and 1.2
- (ii) green algae (Chlorococcales and Desmids) and Diatoms may contribute equally to the bulk of phytoplankton when the basic ratio of water lies between 1.2 and 2.0
- (iii) Chlorococcales and Desmids become abundant in pond water when its basic ratio is between 2.0 and 3.7.

Although the influences of these ranges still remain to be ascertained in lakes, it is almost certain that the basic ratio of water does give some indication of the algal population it supports. Now the question is; can we re-arrange the eutrophic-oligotrophic series on the basis of basic ratio? An attempt has been made in this direction.

Let us call the water eutrophic if the basic ratio is less than 1.2; mesotrophic when it is between 1.2 and 2.0 and oligotrophic when it is higher than 2.0. These three fundamental types of waters can be divided still further on the basis of N, P and humus contents. The theoretical scheme may look as follows:

Basically Eutrophic

α -eutrophic	+ N + P + Humus	and basic ratio less than 1.2						
β -eutrophic	+ N — P + Humus	„ „ „ „ „ „						
γ -eutrophic	+ N + P — Humus	„ „ „ „ „ „						
δ -eutrophic	+ N — P — Humus	„ „ „ „ „ „						
ϑ -eutrophic	— N + P + Humus	„ „ „ „ „ „						
λ -eutrophic	— N — P + Humus	„ „ „ „ „ „						
μ -eutrophic	— N + P — Humus	„ „ „ „ „ „						
π -eutrophic	— N — P — Humus	„ „ „ „ „ „						

Basically Mesotrophic

α -mesotrophic	+	N	+	P	+	Humus	and basic ratio between 1.2—2.0			
β -mesotrophic	+	N	—	P	+	Humus	„	„	„	„
γ -mesotrophic	+	N	+	P	—	Humus	„	„	„	„
δ -mesotrophic	+	N	—	P	—	Humus	„	„	„	„
ϑ -mesotrophic	—	N	+	P	+	Humus	„	„	„	„
λ -mesotrophic	—	N	—	P	+	Humus	„	„	„	„
μ -mesotrophic	—	N	+	P	—	Humus	„	„	„	„
π -mesotrophic	—	N	—	P	—	Humus	„	„	„	„

Basically Oligotrophic

α -oligotrophic	+	N	+	P	+	Humus	and basic ratio more than 2.0			
β -oligotrophic	+	N	—	P	+	Humus	„	„	„	„
γ -oligotrophic	+	N	+	P	—	Humus	„	„	„	„
δ -oligotrophic	+	N	—	P	—	Humus	„	„	„	„
ϑ -oligotrophic	—	N	+	P	+	Humus	„	„	„	„
λ -oligotrophic	—	N	—	P	+	Humus	„	„	„	„
μ -oligotrophic	—	N	+	P	—	Humus	„	„	„	„
π -oligotrophic	—	N	—	P	—	Humus	„	„	„	„

These are all the conceivable types of waters based on the various combinations of the basic ratio, nitrogen, phosphorus and the humus contents but all of these may not and will not be present in nature. Husain Sagar Lake, so far as it has been observed, contains ‘ γ -eutrophic’ type of water as its basic ratio lies well within 0.7 and is rich in nitrate and phosphate. It does not contain humus.

The second component of the ecological name which indicates the geographical position of the lake can also be modified to give a more accurate picture of the climatic region.

It is well known that the whole plant life of the world is distributed into three latitudinal zones — polar, temperate and tropical. These are more or less symmetrical about the equator owing to the shape of the earth and its position in relation to the sun. Although HANSEN, quoted by GOOD (1953) divides these zones into eight subdivisions, namely equatorial, tropical, subtropical, warm temperate, cold temperate, sub-arctic, arctic and polar; we may for the sake of convenience take into account only four zones i.e. tropical, subtropical, temperate and arctic. The distribution of these on globe is as follows:

Tropical	0 —20°	} on either side of equator.
Subtropical	20°—40°	
Temperate	40°—60°	
Arctic	60°—80°	

Thus, a lake lying between 0—20° on either side of equator can

conveniently be called '*tropicae*', while the one lying between 20° and 40° in northern or southern hemispheres may be named '*subtropicae*'. Similarly the lakes of temperate and arctic regions may be respectively called '*temperatae*' and '*arcticae*'. However, one may realise that the climate changes not only as we go away from equator, but also as we rise vertically from the sea-level. Consequently a lake situated in the tropical region but at a higher elevation, say at about 18,000 feet above sea-level, will be subjected to more or less similar climatic influences as those of arctic regions. Thus the altitude of the lake will have to be incorporated in its ecological name.

GOOD (1953) points out that the study of plant-geography has led us to establish the following altitudinal zonations:

I. In tropical zone

0—	3000 feet bears	tropical	vegetation	
3000—	6000	„ „	subtropical	„
6000—	12000	„ „	temperate	„
12000—	18000	„ „	arctic-alpine	„ *

II. In subtropical zone

0—	3000 feet bears	subtropical	vegetation	
3000—	6000	„ „	temperate	„
6000—	12000	„ „	arctic	„

III. In temperate zone

0—	3000 feet bears	temperate	vegetation	
3000—	6000	„ „	arctic	„

IV. In arctic zone

0—	3000 feet bears	arctic	vegetation	
----	-----------------	--------	------------	--

These zones of vegetation which obviously indicate the climatic ranges can be made use of in the present scheme of nomenclature. A lake lying in tropical region at the altitude of 10,000 feet above sea-level may be named '*tropico-temperatae*'. One can easily understand from this name that the lake in question is situated somewhere between 0°—20° in northern or southern hemisphere, and is at an elevation of 6,000 to 12,000 feet from the sea-level. Based on this system of climatic zonations, we may conceive the following types of lakes:

I. Tropics 0°—20°	{	Below	3000 feet	<i>tropico-absolutae</i>
		3000—	6000	„ <i>tropico-subtropicae</i>
		6000—	12000	„ <i>tropico-temperatae</i>
		12000	18000	„ <i>tropico-arcticae</i>
		Above	18000	„ <i>tropico-extremae</i>

*) For simplicity we will call it arctic instead of arctic-alpine vegetation.

II. Subtropics 20°—40°	{	Below 3000 feet	<i>subtropico-absolutae</i>
		3000—6000 „	<i>subtropico-temperatae</i>
		6000—12000 „	<i>subtropico-arcticae</i>
		Above 12000 „	<i>subtropico-extremae</i>
III. Temperates 40°—60°	{	Below 3000 feet	<i>temperato-absolutae</i>
		3000—6000 „	<i>temperato-arcticae</i>
		Above 6000 „	<i>temperato-extremae</i>
IV. Arctics 60°—80°	{	Below 3000 feet	<i>arctico-absolutae</i>
		Above 3000 „	<i>arctico-extremae</i>

Although it is hoped that all the names referred to are self-explanatory, still a few sentences may be added about ‘-absolutae’ and ‘-extremae’. By the word ‘*tropico-absolutae*’ it is meant that the lake is lying absolutely in a tropical zone, from the point of view of its latitudinal as well as from that of altitudinal zonations. In other words, it is situated in tropical zone at the sea-level or at an altitude which does not alter the climate appreciably. In this category, lakes lying below the sea-level may also be included. Similarly the lakes named ‘*subtropico-absolutae*’, ‘*temperato-absolutae*’ and ‘*arctico-absolutae*’ may be expected to lie at or below sea-level or just within 3,000 feet from it, respectively in subtropic, temperate and arctic regions.

The word ‘*tropico-extremae*’ refers to the fact that the lake is situated somewhere in tropical zone but at such an altitude (above 18,000 feet) that it is subjected to extreme conditions of low temperature. Keeping in view this definition of ‘*tropico-extremae*’, the names ‘*subtropico-extremae*’, ‘*temperato-extremae*’ and ‘*arctico-extremae*’ become self-explanatory.

A very interesting question arises here. Will the lakes, named ‘*tropico-extremae*’, ‘*subtropico-extremae*’, ‘*temperato-extremae*’ and ‘*arctico-extremae*’ be subjected to exactly the same climatic conditions?

It may be mentioned that the amount of radiant energy penetrating into the water depends on the angle of incidence of rays and this in turn is greatly influenced by the latitudinal position of the lake. THOMASSON (1956) in a recent publication points out that a surface of water in equatorial zone loses by reflection just a little more than 4.5% of the heat received during the day. This loss amounts to about 41% at 80° N. and upto 57% at 85° N. Furthermore, in the equatorial regions the day approximately is of the same moderate length all the year round, but towards the poles it becomes longer in summer and shorter in winter, until in arctic there are alternating, continuous periods, of more or less six months duration, of light and darkness. On this account one may assume that the lakes referred to

will *not* be subjected to exactly similar climatic conditions. For the similar reasons it will *not* be logical to think that '*tropico-arcticae*', '*subtropico-arcticae*' '*temperato-arcticae*' and '*arctico-absolutae*' will have exactly identical climatic conditions.

It is also believed that the form of the basin of a lake plays a very important role in its biological productivity. In this connection one may quote FAEGRI (1954) who says that "the actual productivity is dependent both on climate and the form of lake-basin: the same water i.e. the water of the same chemical composition in a shallow lake supports a much higher production than in a deep one." Thus it will be equally important to indicate the form of lake-basin in its ecological nomenclature.

NÄUMANN (1919) and THIENEMANN (1925) distinguish two types of lake-basins. Oligotrophic lakes of their classification are usually deep with U-shaped basins, whereas eutrophic lakes are usually shallow with V-shaped basins. A much more accurate method of representing the type of basin is to calculate the 'volume-development' of the lake. Volume-development, as explained by WELCH (1948), represents the ratio of the total volume of a lake to the volume of a cone whose area of the base is equal to the surface area of the lake and whose height is equal to the maximum depth of the lake. It can be computed by the formula, $V.D. = 3 \frac{(md)}{mxd}$, where md is the mean

depth, and mxd is the maximum depth of the lake. WELCH (*op. cit.*) further points out that when the value of the volume-development approaches unity the lake-basin is close to form of a cone, whose height is the maximum depth of the lake and whose base is equal to the surface area of lake; when the lake-basin walls are essentially convex towards the water the index figure may be less than unity; when the basin walls are concave towards the water the index figures are likely to be greater than unity.

Taking advantage of this expression which is quite simple to calculate and at the same time gives reasonably accurate picture of the lake-basin, one may fix the following tentative ranges:

- i). If the volume-development index is less than 0.4 the basin may be called α .
- ii). If the volume-development index is between 0.4—0.8 the basin may be called β .
- iii). If the volume-development index is between 0.8—1.2 the basin may be called γ .
- iv). If the volume-development index is between 1.2—2.6 the basin may be called δ .

v). If the volume-development index is between 1.6—2.0 the basin may be called ϑ .

vi). If the volume-development index is above 2.0 the basin may be called λ .

It is evident that α - and β -type of lake-basins will have larger continental shelves and lesser mean depths. Their profundal regions will be confined to smaller areas, thereby containing lesser bulks of hypolimnion water. Damming Lake (HOOPER, 1951) and Lakelse Lake (BRETT, 1950) may be quoted as examples of such basin types. γ -type of lake-basins will be more or less cone like as the range of volume-development index (0.8—1.2) is more near to unity. Bear Lake (PENNAK, 1955) and Frobisher and Ile a la Crosse lakes (RAWSON, 1957) appear to have such basins. δ - and ϑ -types will have quite steep walls with comparatively larger profundal regions and little continental shelves. The quantity of water contained in hypolimnion will also be considerably large. Many lakes e.g. Manchester, Summit, Estes, Brainard and Grand (PENNAK, 1955), Ungava Crater (MARTIN, 1955) and Churchill Lake (RAWSON, 1957) fall under these categories. λ -type of lake-basins will have very steep walls and the profundal regions will occupy much of the total areas. Exceedingly large quantities of water will be contained in their hypolimnion regions. Cultus Lake, described by RICKER (1952) to have more than four-fifths of its bottom as profundal region, has such a basin.

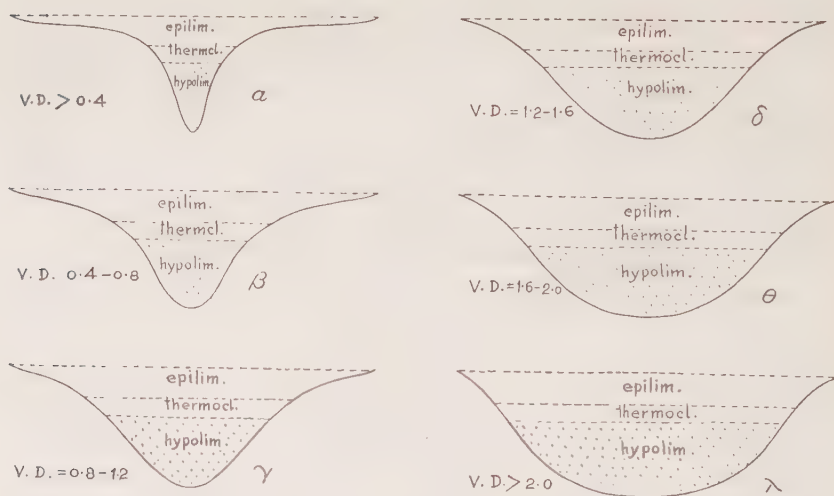


Fig.1

Diagrammatic representation of lake-basins.

A diagrammatic representation of the types of lake-basin discussed above is given in Fig. 1. In this the surface areas and maximum depths are being kept constant, while the volume-development is changed gradually to exhibit the corresponding change in the bulk of hypolimnion. Since hypolimnion is supposed to be the non-productive zone, one may assume that lakes with larger hypolimnions will be less productive if productivity is calculated on the basis of total volume of lake-water. The figures also indicate the fact that in ecology of lakes 'mean depth' is as potent a factor as the 'maximum depth'.

In the ecological designation of a lake the suitable place to indicate the form of basin by α , β , γ , etc. appears to be just prior to the second component which indicates geographical position. This is more appropriate a place for it in view of the fact that in terristic ecology the climatic conditions and topography of a habitat are usually described together.

The third component of the ecological nomenclature is expected to furnish some information about the dominant class of the plankton and the degree of productivity in general. It is rather not very difficult to find out the dominant class of organisms in any lake if one goes on collecting samples of water all the year round from the various strata of the lake and records the number of individuals of the various classes of organisms in a unit volume of water. Similar observations based on the fortnightly samples of Husain Sagar Lake, collected over a period of one year from the various strata, reveal the Diatoms to be the most dominant class. On this basis one may introduce the word Bacillariae in the nomenclature of this lake. However, dominance calculated on the basis of number of individuals per unit volume does not give an indication of the biological productivity of lake water. It simply suggests that in a mixed population the individuals of a certain class of organisms were present more in number than those of the other classes. On the other hand by the word 'productivity' we mean, the total amount of organic matter that is formed within a given time in a unit volume of water.

In the past years several methods of estimating the productivity of lakes, specially those proposed by LOHMANN (1908), BIRGE and JUDAY (1922, 1934) and HARVEY (1934) have been tried, but as the technical difficulties involved in these methods are numerous the problem of finding out a fairly accurate but simple method for such an estimation still remains unsolved. Recently STEEMAN NIELSEN (1952) has shown that radiocarbon (C^{14}) can be used as a tracer to calculate the productivity of sea-water. This has attracted the attention of certain freshwater biologists, but unless sufficient data is available for critical examination, one can hardly judge the merits

or demerits of this method. Consequently, for the present, we have to be contented with mere indication of the dominant group of plankton in the third component of the nomenclature. Thus Husain Sagar Lake, for example, can be called

γ -eutrophic β -tropico-absolutae Bacillariae.

ACKNOWLEDGMENT

My thanks are due to the Ministry of Education, Government of India, for the award of the National Research Fellowship, during the tenure of which this paper was written; to Prof. M. SAYEEDUDDIN, Head of the Department of Botany and Principal, College of Science, Osmania University, for giving me the laboratory facilities and to Dr. M. R. SAXENA, Reader in the Department of Botany and Supervisor, Hydrobiological Laboratory, Osmania University, for his criticism, guidance and constant encouragement.

SUMMARY

It has been pointed out that the terms 'Eutrophic' and 'Oligotrophic' adopted to classify the lakes are usually found by many workers to be quite inadequate and very often ambiguous. This presumably may be due to the fact that these terms at a time take many characters of a lake into consideration. This is the reason that application of these to different bodies of water becomes very difficult. Moreover, the other innumerable terms of nomenclature proposed by various workers are equally difficult in application because the shades of their meaning so often overlap each other. Much of the confusion could be avoided if one could define 'trophy' as suggested by FAEGRI, exclusively on the physico-chemical nature of the lake-water. In view of this, a scheme to classify waters on the basis of PEARSALL'S basic ratio and N, P, and humus contents has been proposed.

It has also been pointed out that if lakes are to be differentiated on the basis of their ecology, various categories will have to be created since no two freshwater bodies can be expected to be exactly identical in their ecological behaviour. This, obviously leads one to think in terms of coining a separate ecological nomenclature for various lake-types within the frame-work of trophic system.

In this paper an attempt has been made to develop a system of nomenclature more or less similar to the binomeal system of LINNAEUS. The proposed names are composed of three components, each almost self-explanatory, and these put together provide relevant ecological information pertaining to a lake.

BIBLIOGRAPHY

- BIRGE, E. A. & C. JUDAY - 1922 - The inland lakes of Wisconsin: The plankton. I. Its quantity and chemical composition; *Bull. Wis. Geol. Nat. Hist. Surv.* 64, 1—222.
- BIRGE, E. A. & C. JUDAY - 1934 - Particulate and dissolved organic matter in inland lakes; *Ecol. Monogr.* 4, 440—74.
- BRETT, J. R. - 1950 - The Physical Limnology of Lakelse Lake, British Columbia; *J. Fish. Res. Bd. Can.* 8 (2), 82—102.
- FAEGRI, K. - 1954 - Some Reflections on the Trophic System in Limnology; *Nytt Mag. for Bot.* 3, 43—9.
- GOOD, R. - 1953 - The Geography of the Flowering Plants; Longmans, Green and Co. Lond., pp. xiv + 452.
- HARVEY, H. W. - 1934 - Measurement of Phytoplankton Population; *J. Mar. biol. Ass., U.K.* 19, 761—73.
- HOOPER, F. - 1951 - Limnological Features of a Minnesota Seepage Lake; *Amer. Midland Nat.* 46 (2), 467—81.
- LOHMANN, H. - 1908 - Untersuchungen Zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wissensch. Meeresunters. 10. Kiel.
- LUDBECK, J. - 1934 - Über den "primär oligotrophen" Seetypus und den Wollingster See als dessen mitteleuropäischen Vertreter; *Arch. Hydrobiol.* 27, 221—49.
- MARTIN, N. V. - 1955 - Limnological and Biological observations in the Region of the Ungava or Chubb Crater, Province of Quebec; *J. Fish Res. Bd. Can.* 12 (4), 487—98.
- NÄUMANN, E. - 1919 - „Nagra Synpunkter angående Limnoplanktons Oekologie"; *Svensk. bot. Tidskr.* 13, 129—61.
- PEARSALL, W. H. - 1923 - A theory of diatom periodicity. *J. Ecol.* 11 (2), 165—83.
- PENNAK, R. W. - 1955 - Comparative Limnology of Eight Colorado Mountain Lakes; *Univ. Colo. Stud. Biol.* No. 2, 1—75.
- PESTA, O. - 1929 - Der Hochgebirgssee der Alpen; *Die Binnengewässer*, 8, 1—156.
- RAWSON, D. S. - 1957 - Limnology and Fisheries of Five Lakes in the Upper Churchill Drainage, Saskatchewan, Fisheries Branch, *Dept. of Nat. Res. Sask. Fish. Rept.* 3, 1—61.
- RICKER, W. E. - 1952 - The Benthos of Cultus Lake; *J. Fish. Res. Bd. Can.* 9 (4), 204—12.
- STEEMAN-NIELSEN - 1952 - The use of radioactive carbon (C^{14}) for measuring organic production in the sea; *J. Couns. Int. l'Explor. de la Mer.* 18, 117.
- STRØM, K. M. - 1930 - Limnological observations on Norwegian Lakes; *Arch. f. Hydrobiol.* 21, 97—124.
- THIENEMANN, A. - 1925 - Die Binnengewässer Mitteleuropas. Stuttgart. (Summary only).
- THOMASSON, K. - 1956 - Reflections on Arctic and Alpine Lakes; *Oikos*, 7 (1), 117—43.
- WELCH, P. S. - 1948 - Limnological Methods; Balkiston Philadelphia, U.S.A., pp. xviii + 381.

Personalia

H. H. WUNDSCH

von

W. SCHÄPERCLAUS

(Berlin)

Hans Helmuth WUNDSCH wurde am 29. September 1887 in Lyck in den Masuren geboren. Die Schule besuchte er zuerst in Neustettin in Pommern, später in Berlin-Schöneberg, wo er 1908 das Reifezeugnis erhielt. Seinem Wunsche entsprechend, Naturwissenschaften zu studieren, ließ er sich zunächst in Lausanne immatrikulieren, siedelte nach München über und kehrte dann nach Berlin zurück, wo er Zoologie studierte, daneben Geologie und Paläontologie. Bei dem Ordinarius P. F. SCHULZE fertigte er eine Doktorarbeit über den bei *Rana esculenta* auftretenden Lungentrematoden *Pneumonoeces asper* LOOSS. an und promovierte am 31.7.1911.

Nach kurzer Tätigkeit beim Nomenklator an der Akademie der Wissenschaften trat WUNDSCH im Frühjahr 1912 als Volontär-Assistent bei PAULUS SCHIEMENZ in das damalige Königliche Institut für Binnenfischerei in Berlin-Friedrichshagen ein. Hier hatte WUNDSCH Gelegenheit sich in alle Zweige dieser neuentstehenden Wissenschaft einzuarbeiten. Als N. ZUNTZ im Jahre 1913 in Sachsenhausen, nördlich von Berlin, eine teichwirtschaftliche Versuchsstation einrichtete, beteiligte sich H. H. WUNDSCH auch an dieser Forschungstätigkeit.

Seine ersten Arbeiten beschäftigten sich mit dem Auftreten von *Corophium curvispinum* G. O. SARS am Müggelsee, mit dem Alter und Wachstum des Aales in unseren Binnengewässern und mit den Ergebnissen der Sachsenhausener Forschungen. Eine größere Arbeit befaßte sich mit dem fischereilichen Zustand der Sieg und ihrer Nebenflüsse.

Als A. THIENEMANN 1917 nach Plön berufen wurde, wurde H. H. WUNDSCH zu seinem Nachfolger und Leiter der „Biologischen Abteilung für Fischerei“ der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Münster (Westfalen) ernannt. Vorher, im August 1917, hatte er sich an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin habilitiert. Neben seiner Tätigkeit hielt WUNDSCH hydrobiologische und fischereiliche Vorlesungen im Zoologischen Institut der Universität Münster. Als Privatdozent betreute er zahlreiche Doktoranden, die bei ihm



Prof Dr. H. H. WUNDSCH

promovierten und später in der Fischereiwissenschaft und Fischereiverwaltung eingesetzt wurden.

Neben diesen Ämtern erhielt WUNDSCH noch die Geschäftsführung des Fischereivereins für Westfalen und Lippe und ab 1919 eine Tätigkeit als Oberfischmeister für die Provinz Westfalen. Hierdurch kam er auf Dienstreisen laufend an die verschiedensten Gewässer seines Dienstbezirkes und untersuchte die Verunreinigung der Flüsse sowie die Kanäle und die Talsperren. Aus der Tätigkeit sind Darstellungen in ABDERHALDEN's Handbuch und im Handbuch für Binnenfischerei hervorgegangen.

PAULUS SCHIEMENZ wurde am 31. März 1925 in seiner Tätigkeit als Ordinarius an der Landwirtschaftlichen Hochschule wie auch als Direktor des Instituts in Friedrichshagen emeritiert. Zum 1. April 1925 wurde WUNDSCH zu seinem Nachfolger berufen. Er machte es sich zur Aufgabe, die moderne Fischereiwissenschaft in Vorlesungen und Übungen an der Landwirtschaftlichen Hochschule weiter auszubauen und die Landesanstalt für Fischerei zu einem Musterinstitut neuzeitlicher fischereilicher Forschung zu machen. Er war besonders bestrebt, von seinen Mitarbeitern die Seen mit modernen Methoden untersuchen zu lassen. Der Teichwirtschaft und den Fischkrankheiten räumte WUNDSCH einen breiteren Raum ein und schließlich untersuchte er mit seinen Assistenten immer wieder die großen deutschen Ströme, besonders deren ständig wachsende Verunreinigung. In den dreißiger Jahren spielten die Untersuchungen über die Veränderungen der Seen und die Verschlechterung ihrer Ertragsfähigkeit eine große Rolle.

Am 30. September 1937, nach seinem 50. Geburtstag, wurde H. H. WUNDSCH aus politischen Gründen in den Ruhestand versetzt. Im Jahre 1945 wurde WUNDSCH sofort wieder in sein Ordinariat für Fischerei an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Berliner Universität eingesetzt. 1947 übernahm er auch wieder die Leitung der ehemaligen Friedrichshagener Landesanstalt für Fischerei, die 1952 in Institut für Fischerei der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin umbenannt wurde. Zunächst arbeitete WUNDSCH auch als Leiter eines Fischereiamtes in Berlin-Friedrichshagen. Dieses Institut ist heute die Hauptausbildungsstätte für die Studenten einer besonderen „Fachrichtung Fischwirtschaft“ der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität. 1951 begründete WUNDSCH mit seinen Mitarbeitern diese neue Fachrichtung Fischwirtschaft, die erstmalig in Deutschland ein eingehendes fischereiwissenschaftliches Fachstudium an einer Universität mit einem Staatsexamen als Diplom-Fischwirt gestattet.

1949 wurde WUNDSCH zum Chefredakteur der Abhandlungen aus

der Fischerei und bald darauf der Neuen Folge der Zeitschrift für Fischerei ernannt. Der Aufbau der neuen Fachrichtung Fischwirtschaft und der Wiederaufbau des Instituts für Fischerei bildeten für WUNDSCH die größte Befriedigung seines Lebens.

Bei der Begründung der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin im Jahre 1951 wurde WUNDSCH zu ihrem Mitglied ernannt. Als Anerkennung für seine Verdienste um die deutsche Fischerei erhielt er im September 1953 den Nationalpreis. Kurz vor Vollendung des 69. Lebensjahres wurde H. H. WUNDSCH als Professor mit Lehrstuhl an der Humboldt-Universität emeritiert und am 31. Dez. 1958 auch als Direktor des Akademie-Institutes. Trotzdem steht er heute noch mitten in der Bearbeitung der großen Aufgaben der Fischerei und ist auch weiterhin wissenschaftlich tätig.

VERÖFFENTLICHUNGEN VON PROF. DR. H. H. WUNDSCH

Pneumonoecus asper Looss. und sein Verhältnis zu den Gattungsverwandten. Inaugural-Dissertation, Berlin 1911, u. *Arch. Naturgesch.*, 4. Suppl., 1911. Eine neue Species des Genus *Corophium* Latr. aus dem Müggelsee bei Berlin. *Zool. Anz.*, 39, 729—738, 1912.

Das Auftreten der marinen Amphipodengattung *Corophium* Latr. im Gebiet der Oder und Oberspree. *Z. Fischerei*, 14, 136—149, 1913.

Neue Untersuchungen über Alter und Wachstum des Aales. *Fischerei-Ztg.*, 18, 79—80, 1915.

Weitere Beiträge zur Frage der Süßwasserform von *Corophium curvispinum* G. O. Sars. *Sitzungsber. Ges. Naturforschender Freunde zu Berlin*, 56—81, 1915.

(Gemeinsam mit N. ZUNTZ) Die Teichdüngungsversuchsstation Sachsenhausen bei Oranienburg. *Mitt. d. Fischerei-Vereins f. d. Prov. Brandenburg*, 12, (7 N.F.), 137—145, 1915.

Fischerei und Industrie im Gebiet der Sieg und ihrer wichtigsten Zuflüsse. *Z. Fischerei*, 16, 151—386, 1915.

Neue Beiträge zu der Frage nach dem Alter und Wachstum des Aales. *Z. Fischerei*, 2 N.F., 55—88, 1917.

Besitzen wir eine für den Praktiker verwendbare Methode der biologischen Bonitierung von Fischgewässern? *Allg. Fischerei-Ztg.*, 42, (32 N.F.), 284—286, 293—296, 302—305, 1917.

(Gemeinsam mit R. CZESNY) Teichdüngungsversuche in Sachsenhausen. Ergebnisse der ersten drei Versuchsjahre. *Fischerei-Ztg.*, 21, 50—52, 57—61, 73—75, 82—84, 97—99, 105—107, 113—115, 121—124, 1918.

Weitere Fundorte der Süßwasserform von *Corophium curvispinum* G. O. Sars in der Baltischen Tiefebene. *Arch. Hydrobiol.* 12, 693—697, 1919.

Studien über die Entwicklung der Ufer- und Bodenfauna. *Z. Fischerei*, 20, 408—542, 1919.

Nahrungsuntersuchungen an Karpfen aus der Teichwirtschaftlichen Versuchsstation Sachsenhausen i.M. *Z. Fischerei*, 20, 543—550, 1919.

Beiträge zur Biologie von *Gammarus pulex*. *Arch. Hydrobiol.* 13, 478—531, 1922.

Die stoffliche Zusammensetzung der Süßwasserfauna in ihrer Bedeutung für die Konsumenten. *Verh. int. Ver. theor. angew. Limnol.*, 1, 278—287, 1923. Die quantitative Untersuchung der Bodenfauna und -flora in ihrer Bedeutung für die theoretische und angewandte Limnologie. *Verh. int. Ver. theor. angew. Limnol.*, 2, 13—59, 1924.

Die fischereiliche Bewirtschaftung der westfälischen Kanäle, ein Beispiel rationeller Gewässernutzung im liebhabermäßigen Fischereibetrieb. *Mitt. Fischerei-Vereine f. d. Provinzen Brandenburg, Ostpreußen, Pommern u. d. Grenzmark*, 29, (17 N.F.), 27—35, 1925; *Dtsch. Angler-Ztg.*, 26, 239—242, 1925.

Die Reinhaltung unserer Fischgewässer. Demoll u. Maier, „Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas“, Bd. 5/6, 138—221, 1926.

Die Arbeitsmethoden der Fischereibiologie. In ABDERHALDEN: Handbuch der biol. Arbeitsmethoden, Ab. IX, Teil 2/II, S. 853—1208, Verlag Urban-Schwarzenberg, Wien-Berlin, 1927.

Das wissenschaftliche Lebenswerk von Paulus Schiemenz. *Z. Fischerei*, 25, 1—82, 1927.

Fischerei und Industrie an der oberschlesischen Oder. *Z. Fischerei*, 26, 377—447, 1928.

Oderstromfischerei und Wasserbau. *Fischerei-Ztg.*, 31, 865—867, 1928; *Mitt. d. Fischerei-Vereine f. d. Provinzen Brandenburg, Ostpreußen, Pommern u. d. Grenzmark*, 32, (20 N.F.), 507—509, 1928.

Der Fluß als Lebensraum für die Fischwelt. *Kl. Mitt. f. d. Mitgl. d. Ver. Wasser-, Boden- u. Lufthygiene*, 5, 1—20, 1929.

Eine besondere Art der „Kiemenfäule“ bei Hechten und Schleien (II. Teil der Arbeit: „Untersuchungen über die Kiemenfäule bei Fischen“). *Z. Fischerei*, 27, 287—293, 1929.

Ausscheidungen der Wasserschnecke *Limnaea peregra* (Müll.) als raschwirkendes Fischgift. *Z. Fischerei*, 28, 1—12, 1930.

Weitere Beobachtungen an *Branchiomyces demigrans* als Erreger der Kiemenfäule beim Hecht. (III. Teil der Arbeit: „Untersuchungen über die Kiemenfäule bei Fischen.“). *Z. Fischerei*, 28, 391—402, 1930.

25 Jahre Preußische Landesanstalt für Fischerei. Herausgeg. v. Preuß. Ministerium f. Landwirtschaft, Domänen und Forsten, 1931.

Die Fischereibiologie und die Erforschung der Oberflächengewässer. *Kl. Mitt. Mitgl. Ver. Wasser-, Boden- u. Lufthygiene*, 7, 353—368, 1931.

Nahrung, Verdauung und Stoffwechsel der Fische. In: Mangold, Handbuch d. Ernährung u. d. Stoffwechsels d. landw. Nutztiere, Bd. 3, 564—659, Verlag Julius Springer, Berlin 1931.

Die Entwicklung der „Fischereibiologie“ als Wissenschaft. *Der Biologe*, 2, 177—179, 1932—1933.

Der See als Lebensraum für die Fischwelt. *Kl. Mitt. Mitgl. Ver. Wasser-, Boden- u. Lufthygiene*, 9, 1—32, 1933.

Über natürliche Verschlechterungen unserer Fischgewässer. *Mitt. d. Fischerei-Vereine f. d. Provinzen Brandenburg, Ostpreußen, Pommern u. d. Grenzmark*, 37, (25 N.F.), 85—89, 1933.

Weitere Beispiele für die Anwendung des Meßgerätes in der Praxis des Fischereibiologen. (II. Teil d. Arbeit: POTONIÉ-WUNSCH, „Mengenwertermittlung und bildliche Darstellung treibender Abwasserpilzmassen für gutachtliche Zwecke in der Geländearbeit des Fischereibiologen“). *Z. Fischerei*, 31, 392—406, 1933.

Gesichtspunkte für die fischereiliche Bewirtschaftung großer Seen. *Verh. int. Ver. theor. angew. Limnol.*, 7, 347—356, Beograd 1935.

Mangelnde Tiefenwasserbewegung in eutrophen Fluß-Seen als Ursache eines besonderen fischereilichen Seentypus im Spree- und Havelgebiet. Grigore Antipa — Jubiläumsfestschrift, 1—19, Bukarest 1938.

(Gemeinsam mit G. MESECK). Zwölf Jahre Fischerei auf dem Sakrower See bei Potsdam. *Z. Fischerei*, 37, 331—380, 1939.

Das Wachstum des Bleis (*Abramis brama* L.) in den Seen der Oberspree und Dahme. *Z. Fischerei*, 37, 555—612, 1939.

Die Einschaltung der Fischteiche in die Abwasserverwertung. *Z. „Vom Wasser“*, 14, 183—186, 1939/40.

Beiträge zur Fischereibiologie märkischer Seen. IV. Die Entwicklung eines besonderen Seentypus (H_2S -Oscillatorien-Seen) im Fluß-Seen-Gebiet der Spree und Havel und seine Bedeutung für die fischereibiologischen Bedingungen in dieser Region. *Z. Fischerei*, 38, 443—658, 1940.

Das Vorkommen des Brackwasser-Keulenpolypen *Cordylophora caspia* Palas in der mittleren Havel. *Sitzungsber. Ges. Naturforschender Freunde zu Berlin*, 227—244, 1940.

Beiträge zur Fischereibiologie märkischer Seen. V. Beobachtungen über die Besiedelung von Überschwemmungsflächen am Müggelsee im Frühjahr 1940. *Z. Fischerei*, 39, 349—386, 1941.

Der Göttin-See, ein See-Erz führendes Gewässer in der Mark Brandenburg. *Arch. Hydrobiol.*, 38, 590—662, 1942.

Die in Süßwasserschwämmen lebenden Dipterenlarven, insbesondere die Larven der Tendipediden. *Sitzungsber. Ges. Naturforschender Freunde zu Berlin*, 33—58, 1943.

Die Seen der mittleren Havel als Glyptotendipes-Gewässer und die Metamorphose von *Glyptotendipes paripes* Edwards. *Arch. Hydrobiol.*, 40, — August-Thienemann-Festband — ,362—380, 1943.

(Gemeinsam mit R. CZENSNY). Das Weiß-Staubecken von Ottmachau O.-S. in seiner Entwicklung zum Fischgewässer, Teil 1. Das Staubecken als Lebensraum für die Wassertierwelt. *Z. Fischerei*, 40, 339—393, 1942.

Die Ursachen des fischereiwirtschaftlichen Erfolges im Weißstaubecken von Ottmachau. (In SEIDLITZ, H. J. LOHR, WUNDSCH, H. H.: „Das Weißstaubecken von Ottmachau O.-S. in seiner Entwicklung zum Fischgewässer“, Teil 2). *Z. Fischerei*, 42, 143—49, 1944.

Grundlagen der Fischwirtschaft in den Großstaubecken. *Abh. Fischerei*, 1, 17—186, 1949.

Beiträge zur Fischereibiologie märkischer Seen. VI. Beobachtungen über die Besiedelung von Überschwemmungsflächen an der Beetzsee-Wasserstraße (mittlere Havel) im Frühjahr 1942. *Abh. Fischerei*, 2, 349—396, 1949.

Tendipedidenlarven aus Süßwasserschwämmen in der Sammlung des Berliner Zoolog. Museums. *Mitt. Zool. Mus. Berlin*, 28, 39—52, 1952.

Das Vorkommen von Aalen in „vorgeschnittenem Reifezustand“ in einem märkischen Binnengewässer. *Z. Fischerei*, 2 N.F., 1—18, 1953.

(Gemeinsam mit anderen Autoren). Fischereikunde. Neuman-Verlag, Radebeul und Berlin, 1953.

Institut für Fischerei Berlin-Friedrichshagen. Jahrbuch 1953/54 der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, 275—287, 1955.

Institut für Fischereiwesen in der Fachrichtung „Fischerei“. Landwirtschaftsstudium in Berlin, herausgegeben anlässlich des 75 jährigen Jubiläums der Landw.-Gärtn. Fak. d. Humboldt-Univ. zu Berlin, 73—76.

Bibliography

- ALEEM, A. A. - 1955 - Structure and evolution of the sea grass-communities Posidonia and Cymodocea in southeastern Mediterranean. Ess. in the Nat. Sc. in hon. of Capt. A. Hancock, Univers. South California Press 279—298.
- ALLEN, K. R. - 1957 - Freshwater Fish. Handbook Science in New Zealand, Wellington, New Zealand 3—12.
- ALLEN, K. R. - 1957 - Natural areas in the Distribution of Freshwater Fish. *Proc. N.Z. Oecol. Soc.* 14—15.
- CHOLNOKY, B. J. - 1958 - Beitrag zu der Diatomeensassoziation des Sumpfes Olifantsvlei südwestlich Johannesburg. *Ber. dtsh. Bot. Ges.* 71, 177—187.
- DECLÔÎTRE, L. - 1958 - Sur quelques Thecamoebiens des Pyrénées. *Vie et Milieu* 9, 58—61.
- DISKUS, ALFR. - 1958 - Das Osmoseverhalten einiger Peredineen des Süßwassers. *Protoplasma* 49, 187—196.
- DVIHALY, Zs. T. - 1958 - Untersuchungen der selektiven Lichtabsorption in Natrongewässern vom Gesichtspunkt der Produktionsbiologie. *Act. Biol. Acad. Scient. Hungaricae* 8, 347—359.
- FRANZ, RENATE - 1958 - Lipidenmischung von Algenplastiden. *Protoplasma*, 49, 197—225.
- FRESHWATER BIOLOGICAL ASSOCIATION. - Twenty-sixth Annual Report for the year ended 31 march 1958.
Very interesting concerning the work of the Association.
- FUKUSHIMA, H. - Trachelomonas in Japan. *J. Yokohama Munic. Univ.* 1954 Sec. C. N° 28. In English.
- FUKUSHIMA, H. - A list of Japanese Freshwater Algae. *J. Yokohama Munic. Univ.* 1955 Ser. C. N° 42, 46, 51, 26 pp. In Japanese.
- GORHAM, E. - 1958 - Accumulation of radioactive Fall-out by Plants in the English Lake District. *Nature* 181, 1523—1524.
- HARRISON, A. D. - 1956 - The effects of sulphuric acid pollution on the biology of streams in the Transvaal, Sout-Africa. *Verh. int. Ver. Limnol.* 13, 603—610.
- VAN DEN HOEK, C. - 1958 - The algal microvegetation in and on Barnacle-shells along the Dutch and French coasts. *Blumea* 9, 206—214.
- VAN DEN HOEK, C. - 1958 - Observations on the algal vegetation of the northern Pier at Hoek van Holland, made from october 1953 till august 1954. *Blumea* 9, 187—205.
- HÖFLER, K. - 1958 - Aluminiumsalz-Wirkung auf Spirogyren und Zygenmen. *Protoplasma* 49, 248—258.
- ICHIKAWA, A. & OKUGAWA, K. T. - 1958 - Studies on the Probursalians (Freshwater Triclad) of Hokkaido I: On two new species of the Genus Dendroloopsis KENK, N. lacteus and D. erensis. *Bull. Kyoto Gakuhei Univ.* Ser. B. N° 12.
- JÄRNEFELT, H. - 1958 - On the typology of the Northern Lakes. *Verh. int. Ver. Limnol.* 13, 228—235.

- KANN, EDITH - 1958 - Der Algenaufwuchs in der eulitoral Zone alpiner und norddeutscher Seen. *Verh. int. Ver. Limnol.* 18, 311—319.
- KAWAKATSU, M. - 1955 - Studies on the vertical distribution of Japanese fresh-water planaria. I.: The Daisen-District (Japanese with English Summary). *Bull. Kyoto Gakugei Univ.* Ser. B. N° 7.
- KAWAKATSU, M. - 1957 - Studies on the vertical distribution of Japanese freshwater planaria. V. Rishiri and Rebun Islands. *Bull. Kyoto Gakugei Univ.* Ser. B N° 12 (Japanese with English summary).
- KNUDSON, B. M. - 1957 - Ecology of the epiphytic diatom *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz. var. *flocculosa* in three English Lakes. *J. Ecol.* 45, 93—112.
- LUND, J. W. G. - 1957 - Four new green Algae. *Revue Algol.* n.s. 3, 25—44. New species described: *Scotiella oocystiformis*, *Tetraspora hexanematoides*, *Gleococcus Braunii*, *Geminella monospora*.
- LUND, J. W. G. & J. F. TALLING - 1957 - Botanical limnological methods with reference to the algae. *Bot. Rev.* 23, 489—583.
- MARGALEF, R. - 1958 - Trophic typology versus biotic typology as exemplified in the regional limnology of Northern Spain. *Verh. int. Ver. Limnol.* 13, 339—349.
- MARGALEF, R. - 1956 - Materiales para una Flora de los algas del NE de España. VII suplemento *Collectanea Botanica.*; *Inst. Bot. Barcelona* 5, 87—107.
- MATEUS, A. & E. DE OLIVEIRA MATEUS, - 1958 - Un nouveau genre et une nouvelle espèce d'Amphipode troglobie du Portugal. *Publ. Inst. Zool. Dr. Aug. Nobre*, Fac. de Ciencias do Porto, N. 59, 15 pp.
- NEAL, G. M. - 1958 - Notes on some Dicranophorinae (Rotatoria). *Canad. J. Zool.* 36, 95—111.
- OKUGAWA, K. I. - 1953 - A Monograph of Turbellaria (Acoela, Rhabdoceola and Tricladida) of Japan and its Adjacent Regions. *Bull. Kyoto Gakugei Univ.* Ser. B N° 3.
- OKUGAWA, K. I. - 1955 - On the supernumerary sexual organs of *Dugesia gonocephala* (Duges) induced by low temperature. *Bull. Kyoto Univ.* Ser. B N° 6.
- OKUGAWA, K. I., M. KAWAKATSU & Y. TARUI, - 1955 - Studies on the vertical distribution of Japanese freshwater Planaria. II. The Kamikochi valley and its adjacent mountain districts. *Bull. Kyoto Gakugei Univ.* Ser. B. N° 7 (Japanese with english summary).
- OKUGAWA, K. I. & KAWAKATSU, M. - 1955 - Studies on the vertical distribution of Japanese fresh-water planaria. III. The Yatsu-gadake mountains and the Tatehina Height districts. *Bull. Kyoto Gakugei Univ.* Ser. B N° 8. (Japanese with english summary).
- OKUGAWA, K. I. & KAWAKATSU, M. - 1955 - Studies on the fission of Japanese fresh-water planaria, *Dugesia gonocephala* (Duges) V. On the influence of fission frequencies of the animals of sexual and asexual races by means of head removal operations. *Bull. Kyoto Gakugei Univ.* Ser. B N) 8 (Japanese with english summary).
- OKUGAWA, K. I. & M. KAWAKATSU - 1956 - Studies on the fission of Japanese fresh-water planaria, *Dugesia gonocephala* (Duges). IV Comparative studies on breeding and fission frequencies of sexual and asexual races which were observed in laboratory cultures and natural habitats. *Bull. Kyoto Gakugei Univ.* Ser. B N' 8 (Japanese with english summary).
- OKUGAWA, K. I. - 1956 - A new fresh-water Planaria *Phagocata kawakatsui* sp. nov. from Kyoto prefecture. *Bull. Kyoto Gakugei Univ.* Ser. B. N° 8.

- OKUGAWA, K. I. & M. KAWAKATSU - 1956 - Studies on the vertical distribution of Japanese fresh-water planaria. IV. Yaku and Tsushima Islands. *Bull. Kyoto Gakuhei Univ.* Ser. B, N° 9 (Japanese with English summary).
- OKUGAWA, K. I. & KAWAKATSU, M. - 1957 - Studies on the fission of Japanese fresh-water planaria, *Dugesia gonocephala* Duges. VIII. Comparative studies on breeding and fission frequencies of sexual and asexual races influenced by various concentrations of Ringer solutions and hydrogen-ion concentration. *Bull. Kyoto Gakuhei Univ.* Ser. B N° 12 (Japanese with english summary).
- OKUGAWA, K. I. - 1957 - An experimental study of sexual induction in the asexual form of Japanese Fresh-water Planarian, *Dugesia gonocephala* (Duges). *Bull. Kyoto Gakuhei Univ.* Ser. B, N° 11.
- OKUGAWA, K. I. & KAWAKATSU, M. - 1958 - Studies on the fission of Japanese fresh-water planaria, *Dugesia gonocephala* (Duges). VI. Comparative Studies on breeding and fission frequencies of sexual and asexual races which were observed under by different cultures. *Bull. Kyoto Gakuhei Univ.* Ser. B. N) 10 (Japanese with english summary).
- PENNAK, R. W. - 1958 - A new Micro-Isopod from a Mexican Marine Beach. *Trans. Amer. micr. Soc.* 77, 39, 86—303.
- PENNAK, R. W. - 1958 - Regional lake typology in northern Colorado, U.S.A. *Verh. int. Ver. Limnol.* XIII, 264—283.
- PENAUER, SIEGLINDE, - 1958 - Das Verhalten einiger Cyanophyceen bei osmotischen Impulsen. *Protoplasma* 49, 262—295.
- PROVASOLI, L. - 1957 - Alcune considerazioni sui caratteri morfologici e fisiologici delle Alghe. *Boll. zool. Agrar. et Bachicoli* 32, 143—188.
- RAVERA, OSC. & TONOLLI, V. - 1956 - Body Size and number of eggs in Diatomids as related to water renewal in Mountain Lake. *Limnol. and Ocean.* 1, 118—122.
- REYNOLDSON, T. B. - 1956 - Observations on the fresh-water Triclad of North Wales. *Ann. Mag. Nat. Hist. Ser.* 12, 9, 612—622.
- REYNOLDSON, T. B. - 1958 - Triclad and lake typology in northern Britain, qualitative aspects. *Verh. int. Ver. Limnol.* 13, 320—330.
- REYNOLDSON, T. B. - 1958 - The quantitative ecology of lake-dwelling Triclad in northern Britain. *Oikos* 9, 94—138.
- RUZICKA, J. - 1955 - (ed 1958) Poznamky systematicke Desmidiacei 5 *Act. Sluko* 1955, 133—150.
- SCHINDLER, H. - 1957 - Plasmolyseverhalten und Protoplasmastruktur der Hochmooralge *Netrium oblongum*. *Protoplasma* 48, 580—582.
- STEPANEK, - 1958 - Festlegung der Sichtbarkeitsgrenze für einzelne Teile des Lichtspektrums in Wasser. Zusammenfassung von 12 Zeilen. *Biologia Casopis Slovenskej Akademie Vied* 13, 295—298.
- TALLING, J. F. - 1957 - The Phytoplankton population as a compound photosynthetic System. *New Phytol.* 56, 133—149.
- TAMAS, G. - 1954 - Quantitative Plankton studies in Lake Balaton IV. Phytoplankton for the years 1944—1951. *Ann. Inst. Biologici Hungariae Academiae Scientiarum* 23, 199—225.
Hungarian with english summary.
- TSUMURA, K. A. - Contribution to the knowledge of Diatoms found in the cloc from the pond on Mt. Shichimen-Zan, in Japan. *J. Okohama Munic. Univ.* 1955 Ser. C. N° 43 32 pp; text in esperanto.
- TSUMURA, K. - Diatomoj el la Cirkaufoso de la restajo de la Kastelo de Odawara. *J. Yokohama Munic. Univ.* 1956 Ser. C. N° 47 23 pp.
- UEBELEIS, ILSE, - 1957 - Osmotischer Wert, Zucker-und Harnstoffpermeabili-

- tät einiger Diatomeen. *Sitz. ber. Oesterr. Akad. Wiss. Math. naturw. Kl. Abt. 1*, 166, 395—433.
- UÉNO, M. - 1957 - Observations on the Taxonomy of the Bathynellid Genera. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. 6 Zool.* 13, 133—138.
- UÉNO, M. - 1958 - The disharmonious Lakes of Japan. *Verh. int. Ver. Limnol.* 13, 217—226.
- UTERMÖHL, H. - 1958 - Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. N° 9 der Int. Ver. theor. angew. Limnol.*
- VIVIER, M. - 1957 - Station centrale d'hydrobiologie appliquée. *Compte rendu de l'activité de l'année 1956. Bull. Franç. de Pisciculture N° 187*, 48—66.
- VOLLENWEIDER, R. A. - 1955 - Ein Nomogramm zur Bestimmung des Transmissionskoeffizienten sowie einige Bemerkungen zur Methode seiner Berechnung in der Limnologie 17, 205—216.
- WEATHERLEY, A. H. - 1958 - Tasmanian farm Dams in relation of Fishculture. *Fish and Ocean. techn. Paper 4 S. I. R. O. Australia Melbourne* 2—24.
- WESTHOFF, V. & H. PASSCHIER, - 1958 - Verspreiding en oecologie van *Scheuchzeria palustris* in Nederland, in het bijzonder in het Besthmerven bij Ommen. *Levende Natuur* 61, 59—67.
- WOOSTER, W. S. & T. CROMWELL, - 1958 - An Oceanographic Description of the eastern tropical Pacific. *Bull. Scripps Inst. of Ocean. Univ. California* 7, 169—282. With 36 coloured plates 5 \$.

UITGEVERIJ DR. W. JUNK, DEN HAAG
PUBLISHERS-VERLAG-EDITEURS

Biologia et Industria
Biologisch Jaarboek
Coleopterorum Catalogus
Documenta Ophthalmologica
Enzymologia, acta biocatalytica
Flora Neerlandica
Fossilium Catalogus I (Animalia)
Fossilium Catalogus II (Plantae)
Hydrobiologia, acta hydrobiologica,
hydrografica et protistologica
Monographiae Biologicae
Mycopathologia et Mycologia Applicata
Qualitas Plantarum et Materiae
Vegetabiles
Tabulae Biologicae
Vegetatio, acta geobotanica

Den Abonnements-Exemplaren dieses Heftes liegt ein Prospekt über Veröffentlichungen des Verlages von H. R. Engelmann (J. Cramer) bei, den wir Ihrer Aufmerksamkeit empfehlen.

CONTENTS

D. BARKER: The Distribution and Systematic Position of the Thermosbaenacea	209
ELLA A. GONZALVES & N. D. KAMAT: Two New Species of Ana- baena from Western India	238
P. VAN OYE: Faune rhizopodique du plateau de Kundulungu (Congo Belge) avec considérations concernant la répartition géographique des Rhizopodes	239
A. R. ZAFAR: Taxonomy of Lakes	287
Personalia: H. H. WUNSCH, von W. SCHÄPERCLAUS.	300
Bibliography	305

Prix d'abonnement du tome XIII

fl. holl. 45.—

Subscription for volume XIII

Dutch fl. 45.—

Abonnementspreis für Band XIII

Holl. fl. 45.—